COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 NOVEMBRE 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CINÉMATIQUE. — *Sur le joint Goubet et son application à l'hélice des navires;* par M. **H. Resal**.

« Étant membre du Jury de l'Exposition de 1878, mon attention s'est arrêtée sur un joint d'un nouveau système, qui m'a vivement intéressé et que jusqu'ici, au milieu de mes occupations, j'avais un peu perdu de vue. J'étais loin de me douter, à cette époque, que l'inventeur, M. Goubet, deviendrait ultérieurement le créateur de la navigation sous-marine. Ce joint, après avoir été l'objet de quelques simplifications, a permis de faire remplir à l'hélice du bateau *le Goubet* (qui appartient au Ministère de la Marine) la fonction supplémentaire du gouvernail.

» *Joint*. — Soient

2α l'angle de deux droites Ix, Ix';

O, O' les intersections de ces droites avec une perpendiculaire à la bissectrice de 2α;

A_0B_0 une parallèle à cette bissectrice, dont O est le milieu;
C_0D_0 une perpendiculaire au plan xIx' dont O est aussi le milieu.

» On fera la même chose pour Ix' en accentuant les lettres.

» Les droites Ox, $O'x'$ seront les axes de deux arbres; les droites A_0B_0, C_0D_0 les branches d'un croisillon dont les extrémités cylindriques, munies d'épaulements, s'engageront respectivement dans des œils pratiqués dans un manchon et dans une fourchette terminant l'axe Ox.

» Peu importe la forme du manchon; en vue de réduire l'espace occupé, M. Goubet lui a donné la forme de deux enveloppes hémisphériques tronquées identiques, venues d'une seule pièce, réunies suivant leur troncature commune dont le plan passe par la bissectrice de 2α et est perpendiculaire au plan xIx'.

» Au point de vue géométrique, le manchon se réduit au rectangle $A_0A'_0B'_0B_0$, dont OO' est une médiane.

» Supposons qu'on imprime à l'arbre Ox une rotation ω constante ou variable, qui sera censée avoir lieu de la gauche vers la droite (sens positif des rotations) en se plaçant suivant xO en ayant les pieds en O; à l'instant t, le rectangle ci-dessus aura tourné autour de OO' d'un angle θ avec la vitesse augulaire $\Omega = \frac{d\theta}{dt}$ et sera venu en $AA'B'B$, sans éprouver de déformation puisque, en raison des épaulements, les angles A_0, A'_0 restent invariablement droits.

» La rotation Ω résultera de ω et deux autres rotations, l'une d suivant OD, l'autre b suivant OB. En projetant successivement sur le prolongement de $O'O$, sur OB_0, OD_0, on a

$$(1)\qquad \begin{gathered} \omega \sin\alpha = \Omega, \\ \omega\cos\alpha + d\sin\theta + b\cos\theta = 0, \\ d\cos\theta - b\sin\theta = 0, \end{gathered}$$

d'où

$$(2)\qquad d = -\omega\cos\alpha\sin\theta, \qquad b = -\omega\cos\alpha\cos\theta.$$

» Soit ω' la rotation communiquée à l'arbre $O'x'$, dont la longueur représentative sera estimée suivant le prolongement de $x'O'$. En partant de ω' pour arriver à Ω, comme on l'a fait pour ω, on trouve

$$(1')\qquad \begin{gathered} \omega' \sin\alpha = \Omega, \\ a' = -a, \qquad b' = -b. \end{gathered}$$

» Il résulte des équations (1), (1') que $\omega = \omega'$. Ainsi le joint Goubet, dans un espace très limité, permet de transformer une rotation en une autre égale, quel que soit l'angle des deux rotations concourantes.

» Ce joint est bien supérieur à celui de Cardan qui, pratiquement, ne peut fonctionner que lorsque $2\alpha - 90^\circ$ est suffisamment petit. De plus, dans ce dernier joint, le rapport $\frac{\omega}{\omega'}$ est variable, ce qui est un autre inconvénient. Je rappellerai que ce rapport a pour limites

$$-\cos 2\alpha, \qquad -\frac{1}{\cos 2\alpha}.$$

» Le joint américain, dit de *Clémens*, a été inventé presque à la même époque que le joint Goubet dont il possède la principale propriété, savoir $\omega = \omega'$. J'en ai vu pour la première fois, et par hasard, un dessin en 1878, d'après lequel un modèle a été exécuté pour l'École Polytechnique. Ce joint présente, sur celui de M. Goubet, les désavantages suivants : 1° il exige plus d'entretien; 2° il est plus encombrant; 3° le double triangle isoscèle rotatif, qui représente son système articulé, présenterait des dangers pour les personnes qui, par mégarde, s'en approcheraient de trop près. Il s'est peu répandu en Europe et, à l'Exposition de 1889, je n'en ai vu qu'un seul spécimen.

» *Mécanisme au moyen duquel on peut faire varier l'orientation du châssis de l'hélice.* — Les arbres Ox, $O'x$ seront respectivement l'arbre de couche et celui de l'hélice.

» Voici, en principe, en quoi consiste la disposition adoptée par M. Goubet :

» L'arbre de couche traverse un bâti-palier (B) qui est limité à la naissance de la fourchette. Vers la partie supérieure de (B) se trouve une sorte de manivelle (L), dont l'axe vertical de l'arbre passe par le centre O du croisillon. L'axe du manneton passe par le centre O' du croisillon de $O'x'$, et le châssis (C) de l'hélice peut tourner autour de ce manneton. Le châssis porte un secteur denté horizontal (E') qui engrène avec un autre secteur (E) faisant corps avec (B).

» Il s'agit de savoir si une rotation φ de (L) autour de l'axe O, déterminant une rotation relative φ' du châssis autour de l'axe O', est compatible avec le système articulé du joint.

» Il est évident qu'on peut faire abstraction des rotations propres des deux arbres.

» Soient l la distance OO′; kl le rayon de la circonférence primitive du secteur (E), k étant une constante qu'on choisira comme on l'entendra. On a

$$\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{k}{1-k},$$

et, pour la rotation instantanée du châssis,

$$\frac{\varphi}{1-k}.$$

» Le manchon sera animé de la rotation $\frac{\varphi}{1-k}$, d'une rotation d' autour de O′D′ et d'une rotation b' autour de O′B′. Mais le mouvement du manchon résulte aussi d'une rotation d autour de OD et d'une autre b autour de OB. On a donc d'abord, en projetant sur $O'D_0$, $O'B_0$,

$$\frac{\varphi}{1-k} + d'\cos\theta - b'\sin\theta = d\cos\theta - b\sin\theta,$$
$$d'\sin\theta + b'\cos\theta = d\sin\theta + b\cos\theta,$$

puis, en prenant les moments par rapport au point O,

$$\frac{\varphi}{1-k}kl + (d'\cos\theta - b'\sin\theta)l = 0,$$
$$(d'\sin\theta + b'\cos\theta)l = 0.$$

» On déduit de ces quatre équations

$$(3) \qquad d' = -\frac{\varphi k}{1-k}\cos\theta, \qquad b' = \frac{\varphi k}{1-k}\sin\theta,$$
$$(4) \qquad d = \varphi\cos\theta, \qquad b = -\varphi\sin\theta;$$

ce qui justifie la compatibilité qu'il s'agissait d'établir.

» M. Goubet a pris $k = \frac{1}{2}$ pour que, lorsque la manivelle (L) a décrit, à partir de sa position normale, un angle de 90°, le châssis décrive relativement le même angle, de manière que son plan vertical moyen et celui de la manivelle coïncident finalement.

» D'après les formules (4), φ est la rotation du manchon. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme;* par M. Émile Picard.

« 1. Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, 9 octobre 1893), j'ai considéré une classe de transcendantes nouvelles, uniformes dans tout le plan et n'ayant que des discontinuités polaires. Partant d'une substitution birationnelle arbitraire

$$\begin{aligned} x' &= R_1(x, y, \ldots, t), \\ y' &= R_2(x, y, \ldots, t), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ t' &= R_m(x, y, \ldots, t), \end{aligned}$$

relative à m lettres $x, y, \ldots, t$, j'ai démontré qu'il existe une infinité de systèmes de m fonctions

$$f(z), \quad \varphi(z), \quad \ldots, \quad \psi(z),$$

uniformes dans tout le plan, admettant la période ω', et telles que l'on ait, par le changement de z en $z + \omega$,

$$\begin{aligned} f(z+\omega) &= R_1[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)], \\ \varphi(z+\omega) &= R_2[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)], \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \psi(z+\omega) &= R_m[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)]. \end{aligned}$$

» Je disais, en terminant, que certaines classes d'équations différentielles admettent pour intégrales des fonctions de cette nature; c'est ce que je vais indiquer très rapidement ici, me réservant de le développer ailleurs.

» 2. Rappelons d'abord un résultat très général obtenu par M. Sophus Lie. Soit le système d'équations différentielles

$$(1)\quad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{dx_i}{dz} = Z_1(z)\,\xi_{1i}(x_1, x_2, \ldots, x_n) + \ldots + Z_r(z)\,\xi_{ri}(x_1, x_2, \ldots, x_n) \\ \qquad\qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \end{array} \right.$$

dans lequel $Z_1, Z_2, \ldots, Z_r$ représentent des fonctions de z seul, et où les ξ dépendent seulement de $x_1, x_2, \ldots, x_n$. On suppose les ξ tels que les

transformations infinitésimales

$$X_j(f) = \sum_{i=1}^{i=n} \xi_{ji} \frac{\partial f}{\partial x_i} \qquad (j = 1, 2, \ldots, r)$$

engendrent un groupe à r paramètres. Dans ces conditions, l'intégrale générale de (1) pourra s'obtenir à l'aide de m solutions particulières arbitraires (m étant un nombre convenablement choisi)

$$x_1^k,\ x_2^k,\ \ldots,\ x_n^k \qquad (k = 1, 2, \ldots, m),$$

au moyen de formules de la forme

$$x_i = \varphi_i(x_1^1, \ldots, x_n^1, \ldots, x_1^m, \ldots, x_n^m, a_1, a_2, \ldots, a_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

qui dépendent de n constantes arbitraires a.

» 3. Ceci posé, portons notre attention sur les cas où les φ sont des *fonctions rationnelles* des x. Les équations (1) jouissent alors manifestement d'une propriété remarquable : *les points critiques de l'intégrale générale sont fixes*. Ils ne peuvent être autres que les points singuliers des fonctions $Z(z)$. On pourra, en particulier, décider si l'intégrale générale du système (1) est uniforme.

» Supposons maintenant, l'intégrale générale du système (1) étant uniforme, que les fonctions $Z(z)$ soient des fonctions doublement périodiques de z. *Nous avons alors une classe d'équations généralisant la classe d'équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques et à intégrale générale uniforme*, qui, depuis les travaux de M. Hermite sur l'équation de Lamé, a fait l'objet de tant de recherches. En général, cette classe d'équations s'intégrera à l'aide des transcendantes dont nous avons parlé plus haut, ou de transcendantes s'y ramenant facilement. »

BOTANIQUE. — *Signification de la variété des organes dans la mesure de la gradation des espèces végétales;* par M. **Ad. Chatin.**

« La variété et la localisation des organes, bien que connexes, doivent être considérées séparément, la variété n'entraînant pas nécessairement la localisation, tandis que la localisation se complète ordinairement de la variété, l'une et l'autre, mais plus la localisation que la variété, étant des signes de perfectionnement organique.

» La variété ou multiplicité des organes, qu'on ne confondra pas avec

la multiplication ou répétition des parties homologues, est un signe de l'élévation des espèces, proposition qui s'appuie à la fois de l'Anatomie, de l'Embryogénie, de la Morphologie et de la Paléontologie.

» Pour l'Anatomie, la démonstration est donnée tant par l'étude de la série végétale que par celle de la période embryonnaire d'une espèce reconnue supérieure.

» Les éléments anatomiques qui entrent dans la constitution des tissus végétaux varient et vont se perfectionnant à mesure que, s'élevant dans l'échelle végétale, on passe des Lichens, des Champignons et des Algues, vers les Hépatiques et les Mousses, encore, elles aussi, exclusivement cellulaires, aux Cryptogames vasculaires, et de celles-ci aux Phanérogames, Gymnospermes d'abord, puis Monocotylédones, enfin Dicotylédones au couronnement.

» Que si, au lieu de considérer les faits histologiques dans les divers groupes du règne végétal, on suit leur évolution, soit dans la période embryonnaire d'une espèce phanérogame, soit dans le développement des appareils de végétation ou de reproduction de celle-ci, on voit toujours la variété des tissus être l'indice, le caractère de l'élévation organique.

» La période embryonnaire d'une plante phanérogame, période durant laquelle on voit successivement se former et se différencier la cellule sous des états divers, les vaisseaux qui procèdent de celle-ci, dont ils sont le développement ultime, établit, par une voie qui ne laisse rien à l'arbitraire, que la plante cellulaire est l'arrêt de développement de la plante cellulo-vasculaire, aussi bien que la spore est l'arrêt de développement de la graine, et, partant, que plante cellulaire et spore sont caractères de dégradation, par rapport à la graine et à la plante vasculaire, ce qui est admis de tous.

» L'évolution des tissus élémentaires de chacun des organes composés : racine, tige, feuilles, appareils de la reproduction, montre à son tour, comme l'étude des séries naturelles, comme le développement de l'embryon, que la cellule n'est que le premier âge du vaisseau, comme la plante cellulaire n'est que le premier état de la plante cellulo-vasculaire.

» L'organisation la plus parfaite répond tellement à la plus grande variété des organes qu'il ne viendra jamais à la pensée d'aucun botaniste de considérer la plante phanérogame, munie de racines pour puiser sa nourriture dans le sol, d'une tige sur laquelle, pour ne rien dire de la part importante qu'elle prend souvent à la vie même de la plante, s'insèrent,

de la façon la plus avantageuse pour leurs fonctions, les divers appareils chargés, les uns de la nutrition de l'individu, les autres de la multiplication de l'espèce, comme ne s'élevant pas au-dessus de ces plantes homogènes dans lesquelles tout, organes et fonctions, siège confusément dans la même masse.

» La plante parasite, dont les suçoirs ne représentent que des racines de grande simplicité, dont les appendices de nutrition sont nuls ou rudimentaires, qui manque le plus souvent de chlorophylle et de stomates, de trachées ou même de tous vaisseaux, et puise, pour l'entretien de sa vie, des sucs déjà élaborés par une nourrice étrangère et qui, la dégradation organique entraînant une dégradation physiologique correspondante, perd, dans ses échanges avec l'atmosphère, du carbone au lieu d'en fixer, prend rang au-dessous des espèces qui, parasitisme à part, s'en rapprochent le plus; telles sont les Cuscutacées par rapport aux Convolvulacées, les Orobanchées par rapport aux Personnées, les Cassythées au milieu des Laurinées, etc.

» Les plantes aquatiques, et plus spécialement celles d'entre elles qui, complètement submergées, n'ont pas de rapports directs avec l'atmosphère, présentent assez souvent ce caractère de dégradation anatomique qu'elles manquent de trachées vraies (*Anacharis*, *Hydrilla*, *Udora*, *Vallisneria*, plusieurs espèces de *Potamogeton*, etc.), ou n'en ont que de transitoires, la place de ces vaisseaux étant, après leur disparition, occupée par quelqu'une de ces lacunes, multipliées dans leur masse tissulaire, afin de porter, sur tous ses points, les liquides renfermant de petites quantités de cette libre atmosphère, hors de laquelle l'espèce complètement immergée est condamnée à vivre.

» Dégradées aussi sont, au point de vue de la Morphologie, les plantes privées de l'une des enveloppes florales, telles les vraies Monochlamidées de de Candolle, auxquelles, on ne saurait trop le redire, il faut ajouter les Renonculacées, que l'éminent botaniste avait placées en tête de la série végétale, celles surtout qui n'ont ni calice, ni corolle, ou qui manquent, soit de péricarpe, soit des téguments ovulaires.

» L'appareil glandulaire ne saurait être négligé dans la recherche des signes de la gradation organique; nul ou rudimentaire dans les Cryptogames, encore assez rare chez les Monocotylédones (en dehors de l'appareil floral), il se développe largement et sous les formes les plus diverses dans les Dicotylédones.

» La Paléontologie enseigne, de son côté, que ce sont les espèces aux organes les plus variés, végétaux comme animaux, qui ont apparu les dernières sur le globe.

» Il faut se garder, dans la recherche de la variété des organes, de prendre un appareil transitoire arrêté dans son évolution pour un organe fixe ou définitif. C'est une erreur de cet ordre que l'on commettrait en considérant la présence de l'albumen, lequel n'existe et ne persiste dans les graines, chez les Monocotylédones surtout, que parce que l'évolution de celles-ci, suspendue au milieu de la période embryonnaire, ne se complétera qu'à la germination, comme étant le caractère d'un organisme plus varié ou plus complet. C'est la proposition contraire qui est vraie.

» Les zoologistes s'accordent, eux aussi, à regarder la variété des organes comme donnant la mesure de la gradation des espèces; mais, se plaçant au point de vue physiologique, lequel n'est d'ailleurs que la traduction du point de vue organique, ils voient l'élévation des types dans la *variété des fonctions*.

» L'accord est donc, ici encore, et il ne pouvait en être autrement, complet entre botanistes et zoologistes. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur une couche à Nymphéinées, récemment explorée et comprise dans l'aquitanien de Manosque;* par M. G. DE SAPORTA.

« En décrivant, dans mes *Recherches sur la végétation du niveau aquitanien de Manosque* (1), les Nymphéinées d'une formation exceptionnellement riche en plantes fossiles, j'avais rapporté au gisement de Céreste certains échantillons qui m'avaient paru, en raison de leur apparence feuilletée, provenir de cette dernière localité. Je citerai, comme appartenant à cette dernière catégorie, le *Nymphæa Nalini* Sap. et le *Nelumbium protospeciosum* Sap., Pl. III, fig. 4, et Pl. IV, fig. 1, du Mémoire précité.

» En réalité, ces échantillons, et beaucoup d'autres recueillis par M. Casimir Nalin à qui en est due la découverte, proviennent d'une couche du Bois-d'Asson, différente de celle exploitée jusqu'ici et située à un niveau plus élevé d'environ 50^{m}. Cette nouvelle couche, composée de plaques et de feuillets parfois très minces et naturellement fissiles, se prolonge sur

(1) *Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie;* Mémoire n° 9 : I, *Nymphéinées*.

un espace considérable; elle vient d'être retrouvée par M. Nalin au delà de Céreste, dans la direction d'Apt, et sur ce point elle conserve le même aspect et comprend les mêmes espèces, combinées de la même manière. Les feuilles et les débris de Nymphéinées dominent exclusivement dans cette couche. J'y ai reconnu la présence des espèces suivantes, précédemment décrites par moi : *Nymphæa calophylla* Sap., *N. Nalini* Sap., *N. Ameliana* Sap., *Anœctomeria media* Sap., *Nelumbium proto-speciosum* Sap.; ce dernier, très fréquent.

» Je serais porté à croire, à en juger par un très bel échantillon de feuille, qu'à côté du *Nelumbium proto-speciosum*, dont l'affinité avec le *N. speciosum* Wild. actuel est évidente, il existait à Manosque une seconde forme de *Nelumbium*, assimilable au *N. luteum*, d'Amérique, et caractérisée, comme celui-ci, par des feuilles plus petites et des nervures rayonnantes moins nombreuses. Les plaques de la couche à Nymphéinées sont peuplées de feuilles éparses, appartenant à ce groupe de plantes, le plus souvent étalées, parfois entières, ordinairement dépourvues de pétiole, fréquemment lacérées ou se recouvrant mutuellement. Beaucoup d'entre elles présentent un limbe criblé de perforations et de déchirures, ainsi qu'il arrive aux feuilles de Nymphéinées atteintes de vétusté et sur le point de se détacher de la plante. Les empreintes de rhizomes sont rares et toujours à l'état de fragments. J'ai observé une seule fois l'empreinte d'un pétale tombé par désarticulation de l'onglet ou base d'insertion, puis des restes peu déterminables des parties fructifiées et quelques graines.

» Il semble donc, en combinant ces diverses observations, que les Nymphéinées de la couche que je signale n'aient pas vécu sur place, comme leur affluence porterait à l'admettre au premier abord, en tenant compte également de l'exclusion de toutes les plantes terrestres. La rareté seule des rhizomes, l'état de désorganisation de la plupart des feuilles, enfin l'absence des pétioles entraînent la conviction qu'en explorant cette couche nous nous trouvons placés à une assez grande distance des anciens rivages, sur un point du lac tertiaire, où le mouvement des eaux et l'impulsion d'un courant poussaient les feuilles des Nymphéinées, constituant une ceinture le long de la plage, à mesure que ces feuilles se détachaient, soit par l'effet de leur vétusté, soit par accident, de façon à les accumuler à la surface des lits en voie de formation. Les circonstances, à ce moment de l'existence de la nappe d'eau aquitanienne, avaient sans doute favorisé la multiplication des Nymphéinées le long des bords, au fond des anses et des sinuosités, au sein des eaux tranquilles et peu profondes. Ainsi, les

empreintes venues jusqu'à nous traduisent fidèlement l'aspect des parties de l'ancien lac, alors peuplées de ces plantes, et de l'ensemble auquel leur association donnait lieu.

» On sait que les *Anœctomeria* constituaient un genre actuellement éteint, distinct de celui des *Nymphœa*, par une scission régulière des parois du fruit. Les *Nymphœa* de Manosque, dont j'ai cité les noms plus haut, paraissent ne plus avoir de représentants directs parmi les formes actuelles du genre ([1]). Mais le *Nelumbium proto-speciosum* Sap. s'écarte très peu au contraire de l'espèce asiatique vivante ou Lotus des Indes et de la Chine.

» La découverte de nombreuses feuilles, plusieurs presque entières, de l'espèce fossile, permet d'établir une exacte comparaison de ces feuilles avec celles du *Nelumbium speciosum* Wild. actuel. Les différences sont minimes : 21 à 22 nervures rayonnantes au lieu de 23 en moyenne; le diamètre transversal plus étendu que l'autre, accusant ainsi un contour général moins orbiculaire; enfin, les dichotomies des nervures qui rayonnent du centre, partant de plus bas et donnant lieu à des rameaux plus étalés et plus nombreux; telles sont les divergences, en réalité peu prononcées, que l'examen attentif des empreintes fossiles m'a fait saisir. Les feuilles du *Nelumbium proto-speciosum* mesuraient 40^{cm} dans leur plus grande largeur. C'est à peu près le diamètre de celles du Lotus actuel, en s'attachant aux feuilles qui s'élèvent au-dessus de l'eau.

» La végétation aquitanienne de Manosque se révèle en définitive sous trois aspects principaux ou, si l'on veut, elle présente trois associations de formes végétales, ayant contribué, chacune pour sa part, à l'accentuation du paysage de l'époque. Les Nymphéinées, tout d'abord, nous montrent les plantes qui contribuaient à décorer le sein des eaux ([2]). Les débris de filasse, les frondes mutilées, les parties ramifiées, détachées de l'inflorescence des Palmiers, joints à d'innombrables feuilles, rameaux ou branches de Laurinées (*Laurus*, *Persea*, *Cinnamomum*, *Litsaea*, *Sassafras*) laissent voir une deuxième association qui garnissait le fond des vallées et les alen-

---

([1]) Leurs feuilles ne sont ni dentelées, ni sinuées le long de la marge, comme la plupart de celles des *Nymphœa* actuels des régions chaudes, mais parfaitement entières.

([2]) Aux Nymphéinées il convient de joindre, en fait de plantes « hydrophiles » : les *Chrysodium* et *Osmunda*, parmi les Filicinées; des *Typha*, des Rhizocaulées, des *Podostachys*, parmi les Monocotylées; enfin, un *Ceratophyllum*, *C. aquitanicum* Sap. Néanmoins, ces plantes n'ont pas laissé de vestige dans la couche à Nymphéinées, qui vient d'être signalée.

tours des anciennes plages [1]. Les *Alnus, Betula, Fagus, Ulmus, Populus, Salix, Fraxinus, Acer,* etc., composent un troisième groupe ou association, adaptée sans doute aux parties montagneuses et aux fraîches et hautes vallées. En résumé, c'est à la faveur de recherches répétées et persévérantes que l'on parviendra à compléter graduellement les notions relatives à ces trois associations, par une étude de plus en plus approfondie des éléments dont chacune d'elles était formée. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Palasciano.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Rollet obtient	. . . .	35 suffrages
M. Hergott »	. . . .	5 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Rollet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J.-B. Fachris** adresse une Note relative à un projet d'éclairage de Constantinople par l'électricité, en utilisant le courant du Bosphore.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

---

[1] Aux Palmiers et aux Laurinées se trouvaient associées des Myricées, des Araliacées, des Magnoliacées, des Juglandées, d'affinité tropicale, des Légumineuses arborescentes, Calpurniées, Césalpiniées et Mimosées; une Amomée ou Zingibéracée, etc.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations du second ordre à points critiques fixes et sur la correspondance univoque entre deux surfaces.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Quand une équation différentielle algébrique du second ordre

$$(1) \qquad F(y'', y', y, x) = 0$$

a ses points critiques fixes, son intégrale $y(x)$ définit, pour x et x_0 constants, une correspondance *univoque :*

$$(2) \quad y = \rho[y''_0, y'_0, y_0, (x_0), (x)], \ \ldots \ \text{et} \ y_0 = \rho_0[y'', y', y, (x), (x_0)], \ \ldots,$$

entre les deux surfaces $F = 0$ et $F_0 \equiv F(y''_0, y'_0, y_0, x_0) = 0$. Mais cette correspondance peut être *birationnelle* ou seulement *biuniforme.* Dans le premier cas, les intégrales doubles J et les différentielles totales j, *de première espèce,* attachées à F *se conservent* dans la transformation (2), et c'est là ce qui permet d'intégrer l'équation (1). Mais, dans le second cas, qu'advient-il de ces expressions? C'est la question dont je veux m'occuper ici.

» Ce second cas, où y est une fonction transcendante (à m branches) des constantes y_0, y'_0, se décompose lui-même en deux autres : ou bien y est une fonction *transcendante* des deux constantes d'intégration α, β, *de quelque manière qu'on choisisse ces constantes;* ou bien on peut substituer à y_0, y'_0 deux constantes α, β, telles que y soit fonction *algébrique* de α et *transcendante* de β. C'est seulement dans ce dernier cas que je suis parvenu à des conclusions rigoureuses.

» Si, dans cette hypothèse, on élimine entre les deux équations $y = f(x, \alpha, \beta)$, $y' = \frac{\partial f}{\partial x}$, la constante α qui y entre algébriquement, on forme une relation algébrique en y', y, qui dépend de x et de β. Je montre tout d'abord que cette relation peut toujours s'écrire

$$(3) \qquad P(y', y, x, b, B) = 0,$$

P étant un polynôme *irréductible* en y', y, b, B, et la constante $b = g(\beta)$ étant liée à B par la condition algébrique $\varphi(b, B) = 0$. De plus, b et B s'expriment *rationnellement* en y'', y', y.

» Soit maintenant ϖ le *genre* de φ. *Pour* $\varpi > 1$, les coefficients $A(x, b, B)$

de P sont fonctions algébriques de x. *Pour* $\varpi \leq 1$, les A s'expriment algébriquement en x et en u, u désignant une fonction qui vérifie soit une équation de Riccati

$$(4) \qquad u' = \mathrm{L}u^2 + \mathrm{M}u + \mathrm{N} \qquad (\text{pour } \varpi = 0),$$

soit une équation

$$(5) \qquad u' = \mathrm{N}\sqrt{(1-u^2)(1-x''u^2)} \qquad (\text{pour } \varpi = 1),$$

où L, M, N sont fonctions algébriques de x.

» D'autre part, la relation (3) doit être au plus *de genre* 1 en y', y; autrement, y renfermerait algébriquement les deux constantes. Elle se ramène donc algébriquement à une équation

$$(6) \qquad v' = lv^2 + mv + n \qquad (\text{pour } p = 0),$$

ou

$$(7) \qquad v' = n\sqrt{(1-v^2)(1-k^2v^2)} \qquad (\text{pour } p = 1),$$

l, m, n dépendant algébriquement de x et de u. Le module k^2, qui est toujours indépendant de x, peut dépendre ou non de la constante b. Nous dirons qu'il est *variable* dans le premier cas, *invariable* dans le second.

» Cherchons maintenant à reconnaître si l'intégrale d'une équation (1) *donnée* est de cette nature. Cette recherche mettra en évidence le rôle que jouent ici les intégrales doubles J et les différentielles totales j. Désignons par q *le genre* de F (nombre des J), par r le nombre des différentielles de première espèce j, et énumérons les divers cas possibles.

» I. *Soit d'abord* $p = 1$, k^2 *invariable*. On a alors $q = \varpi$, $r = \varpi + 1$. Les ϖ intégrales J *se conservent* en même temps que ϖ des différentielles j, lesquelles sont fonctions l'une de l'autre. *Mais il existe toujours une différentielle* j (*à deux périodes*) *qui ne se conserve pas*. On sait d'ailleurs reconnaître algébriquement si une équation donnée (1) rentre dans ce cas et ramener l'équation à la forme (7) algébriquement ou par l'intermédiaire d'une équation (5) ou (4), suivant qu'on a $q > 1$, $q = 1$ ou $q = 0$.

» II. *Soit* $p = 1$, k^2 *variable*. On a alors $q \geq \varpi$, $r = \varpi$. Les q intégrales J et les ϖ différentielles j *se conservent*. Pour $q > 1$, les conclusions précédentes, relatives à l'intégration, subsistent. Pour $q = r = 1$, on connaît une intégrale de la forme

$$(8) \qquad \int \mathrm{P}\,dy' + \mathrm{Q}\,dy + \mathrm{R}\,dx = \text{const.},$$

dont le premier membre est une différentielle de première espèce en y', y qui doit n'avoir que deux périodes; on connaît de plus un dernier multiplicateur. Pour $q=1$ et $r=0$, on connaît un dernier multiplicateur. Pour $q=0$, $r=0$, il existe sur F une famille de courbes de genre 1 et une famille d'unicursales.

» III. *Soit enfin* $p=0$. On a alors $q=0$, $r=\varpi$. Les différentielles j *se conservent*. Pour $r>1$, on ramène algébriquement l'équation (1) à la forme (6). Pour $r=1$, on connaît une intégrale première telle que (8); pour $r=0$, la surface F est uniformément unicursale.

» Les seules équations qui échappent à la méthode sont celles pour lesquelles on a à la fois $q\leqq 1$ et $r=0$. Il faut introduire dans ce cas des considérations nouvelles qui seront développées ailleurs.

» Quand x ne figure pas dans F, ces résultats se simplifient et se complètent, notamment dans l'hypothèse $q=1$, $r=0$, où on connaît encore une intégrale de la forme (8). J'ajoute que ces résultats subsistent si F, algébrique en y'', y', y, dépend de x d'une façon quelconque, et que de plus ils peuvent s'étendre aux équations dont l'intégrale ne prend que n valeurs autour des points critiques mobiles, ainsi qu'aux équations d'ordre supérieur.

» Il convient d'insister sur la nature des surfaces F que nous venons de rencontrer. Ces surfaces possèdent au moins une famille de génératrices C unicursales ou de genre 1. Si le genre q de F est >1, F appartient à cette classe de surfaces étudiées par M. Nœther et M. Picard, qui sont coupées par leurs adjointes suivant des courbes de genre 1. (D'ailleurs, toute surface de genre $q>1$, qui admet des génératrices de genre 1, rentre dans cette classe.) Quel que soit le genre q de F, les coordonnées d'un de ses points s'expriment en fonctions *uniformes* de deux paramètres. Enfin, et c'est le point que je veux surtout signaler, ces surfaces admettent *un faisceau continu de transformations biuniformes* qui dépend au moins d'une *fonction* arbitraire. Si les génératrices C sont unicursales, ou si, étant de genre 1, elles ont même module k^2, ce faisceau renferme un faisceau *birationnel* qui dépend au moins d'un paramètre. Si k^2 est variable, le faisceau renferme seulement une transformation *infinitésimale rationnelle*. Ce faisceau *conserve* à la fois les intégrales doubles J et les différentielles totales j de première espèce, sauf toutefois dans les cas où k^2 est constant : il existe alors une différentielle j à deux périodes *qui ne se conserve pas*. Enfin il n'existe pas d'autres faisceaux de transformations biuniformes pour lesquelles *une* relation algébrique (et une seule) ait lieu entre les points correspondants.

» Mais, si l'on n'ajoute aucune condition, peut-il exister des transformations biuniformes qui ne rentrent pas dans les précédentes? C'est là une question étroitement liée à l'étude des équations (1) à points critiques fixes et sur laquelle je reviendrai ultérieurement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations différentielles ordinaires.* Note de M. **Alfred Guldberg**, présentée par M. E. Picard.

« Dans une Note récente [1], j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie quelques remarques sur les équations différentielles simultanées qui possèdent *un* système fondamental d'intégrales premières.

» J'ai remarqué que la détermination de ces systèmes se ramène à celles des groupes continus p-fois transitifs. Conformément aux recherches fondamentales de M. Lie, il est aisé de former un tableau complet des équations demandées dans les cas de 1, 2, 3 variables. Nous nous permettrons maintenant de faire quelques remarques sur l'intégration de ces systèmes et nous nous bornerons, pour fixer les idées, au cas $n = 1$. On trouve, dans ce cas, les trois types d'équations :

» 1° L'équation

$$x^{(m+1)} + \lambda_1 (x^{(m)})^3 + \lambda_2 (x^{(m)})^2 + \lambda_3 x^{(m)} + \lambda_4 = 0,$$

où il existe une relation

$$F(\lambda_1, \lambda'_1 \ldots \lambda_4, \lambda'_4 \ldots) = 0,$$

qui se dérive par un procédé purement algébrique.

» Une intégrale première générale est

$$x^{(m)} = \frac{x_2^{(m)}[x_1^{(m)} - x_3^{(m)}]\alpha + x_1^{(m)}[x_3^{(m)} - x_2^{(m)}]}{[x_1^{(m)} - x_3^{(m)}]\alpha + [x_3^{(m)} - x_2^{(m)}]}.$$

» 2° L'équation

$$x^{(m+1)} + \lambda_1 (x_m)^2 + \lambda_2 x^{(m)} + \lambda_3 = 0,$$

avec une relation analogue

$$F(\lambda_1, \lambda'_1, \ldots, \lambda_3, \lambda'_3, \ldots) = 0.$$

---

(1) *Comptes rendus*, 24 juillet 1893.

» Une intégrale première générale est

$$x^{(m)} = (x_1^{(m)} - x_2^{(m)})\alpha + x_2^{(m)}.$$

» 3° L'équation

$$x^{(m+1)} + \lambda_1 (x^{(m)})^2 + \lambda_2 x^{(m)} = 0$$

avec une relation

[illegible] $\lambda_2, \ldots) = 0.$

» Une intégrale première générale est

$$x^{(m)} - x_1^{(m)} \alpha.$$

» Dans ces équations, les λ désignent des fonctions arbitraires de $t, x, x', \ldots, x^{(m-1)}$, les $x_i^{(m)}$ des intégrales premières particulières et α une constante arbitraire; dans les lignes qui suivent, nous nous bornons au cas où les λ sont des fonctions rationnelles de ces éléments.

» On peut donc énoncer un théorème analogue à celui établi par Galois pour les équations algébriques; c'est une analogie déjà devenue classique pour les équations différentielles par les recherches importantes de MM. Picard et Vessiot sur les équations linéaires.

» Si nous écrivons le groupe p-fois transitif, dont l'équation considérée est dérivée, en p systèmes de variables, nous obtiendrons par un changement de variables et paramètres un groupe où les intégrales premières particulières sont des variables et les paramètres des fonctions des constantes arbitraires; désignons ce groupe par G. Appelons maintenant, pour abréger, une fonction qui s'exprime rationnellement par $t, x, x', \ldots, x^{(m-1)}$, les intégrales premières et leurs dérivées une *fonction rationnelle* des intégrales premières, et une fonction qui admet toutes les transformations de G une *fonction invariante*.

» Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

» *A toute équation qui possède un système fondamental d'intégrales premières correspond un groupe* G *qui jouit des deux propriétés suivantes :*

» 1° *Toute fonction rationnelle des intégrales premières qui s'exprime rationnellement par* $t, x, x', \ldots, x^{(m-1)}$, *les* λ *et leurs dérivées, admet toutes les transformations de ce groupe;*

» 2° *Toute fonction rationnelle des intégrales premières invariante s'exprime rationnellement par ces mêmes éléments.*

» Nous venons de constater l'existence du groupe G; la démonstration de sa double propriété se fera donc facilement en remarquant que les λ et

leurs dérivées sont des fonctions invariantes par G et en s'appuyant sur la théorie des invariants différentiels de M. Lie, analogue à la méthode indiquée par M. Vessiot pour les équations linéaires.

» Ce théorème établi, il est facile de démontrer les théorèmes sur la réduction du groupe G par l'adjonction d'intégrales d'équations auxiliaires, théorèmes analogues aux théorèmes bien connus de Galois.

» Enfin la connaissance du groupe G permet de réduire l'intégration de l'équation considérée à celle d'une suite d'équations plus simples. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certaines familles de cubiques gauches.* Note de M. LELIEUVRE, présentée par M. Darboux.

« Nous avons indiqué précédemment [1] une classification des ensembles GΓ dépendant d'un paramètre u et formés d'une cubique gauche G et de la développable Γ dont elle est l'arête, qui sont divisés homographiquement par leurs conjugués. Voici une méthode propre à les déterminer.

» Soient

$$\rho x_i = a_i t^3 + 3b_i t^2 + 3c_i t + d_i \qquad (i = 1, 2, 3, 4)$$

les formules qui expriment les coordonnées homogènes x_i d'un point de G, $t =$ const. Les coefficients a, b, c, d sont des fonctions de u et l'on peut supposer leur déterminant δ égal à un. Soient

$$\rho_1 v_i = A_i t^3 + 3B_i t^2 + 3C_i t + D_i \qquad (i = 1, 2, 3, 4)$$

les formules qui expriment les cordonnées v_i du plan osculateur de G au même point (t, u), A_i, $3B_i$, $3C_i$ et D_i étant les mineurs de δ, respectivement, par rapport à a_i, b_i, c_i, d_i.

» On peut déterminer, une fois les a, b, c, d connus, seize fonctions de u, M_i, N_i, P_i, Q_i $(i = 1, 2, 3, 4)$ par les égalités suivantes :

$$\frac{da_i}{du} = M_1 a_i - 3M_2 b_i + 3M_3 c_i - M_4 d_i,$$

$$\frac{db_i}{du} = N_1 a_i - 3N_2 b_i + 3N_3 c_i - N_4 d_i,$$

$$\frac{dc_i}{du} = P_1 a_i - 3P_2 b_i + 3P_3 c_i - P_4 d_i,$$

$$\frac{dd_i}{du} = Q_1 a_i - 3Q_2 b_i + 3Q_3 c_i - Q_4 d_i \qquad (i = 1, 2, 3, 4).$$

---

(1) *Comptes rendus*, octobre 1893.

De sorte que les a, b, c, d sont quatre systèmes de solutions particulières du système linéaire ci-dessus, quand on y regarde inversement les coefficients M, N, P, Q comme donnés. Ce système en entraîne, d'ailleurs, un autre facile à former et relatif aux coefficients A, B, C, D.

» Or on reconnaît que les conditions du problème proposé se traduisent par des relations algébriques entre les seules fonctions M, N, P, Q et, par conséquent, la question *revient à intégrer* le système (I), après avoir établi les relations nécessaires entre ses coefficients. Dans le cas le plus général, comme on doit exprimer qu'un polynôme du huitième degré est divisible par un autre du sixième, on obtient six équations de condition entre les M, N, P, Q et, par suite, l'ensemble cherché dépend encore de cinq fonctions arbitraires (en tenant compte de celles qu'introduit la transformation homographique générale faite sur t).

» On est conduit par là à déterminer l'ensemble $G\Gamma$ que l'on cherche en se donnant d'avance quelques-unes des enveloppes qu'il doit posséder, ce qui permet de l'obtenir dans des cas particuliers, ou au moins d'abaisser l'ordre d'intégration du système (I). Indiquons comme exemple la détermination des familles de cubiques G ayant deux lignes enveloppes E_1^1 d'ordre 2, avec coïncidence des plans osculateurs de l'enveloppe et de l'enveloppée, et deux lignes enveloppes ordinaires E_1^0 d'ordre 1 ([1]). On ne peut se donner arbitrairement ces quatre lignes enveloppes, puisque l'on assujettirait ainsi la cubique G à quatorze conditions. Donnons-nous seulement les deux E_1^1 (que nous ne supposons pas réduites à des points).

» Soient ξ_i, η_i $(i = 1, 2, 3, 4)$ les coordonnées homogènes, fonctions de u données, de leurs points de contact avec G. On peut supposer que ce sont les points $t = 0$, $t = \infty$ de la cubique et poser en conséquence

$$a_i = \alpha\xi_i, \quad b_i = \beta\left(\lambda\xi_i + \frac{d\xi_i}{du}\right), \quad c_i = \gamma\left(\mu\eta_i + \frac{d\eta_i}{du}\right), \quad d_i = \delta\eta_i \quad (i = 1, 2, 3, 4).$$

» Les inconnues sont les fonctions α, β, γ, δ, μ de u. Les M, N, P, Q s'expriment donc avec ces quantités et les données de sorte qu'on obtient facilement les conditions du problème. Soient d'abord deux équations qui font connaître immédiatement λ et μ et ensuite deux autres qui servent à trouver deux nouvelles inconnues θ et θ_1 substituées à α, β, γ, δ par les relations

$$\theta\beta\delta = \gamma^2, \qquad \theta_1\alpha\gamma = \beta^2,$$

([1]) *Comptes rendus*, octobre 1893.

Ces deux équations sont de la forme

$$\frac{G\theta\theta_1 + H\theta_1 + K}{H_1\theta_1 + K_1} = \frac{R\theta + S}{R_1\theta\theta_1 + S_1\theta + T_1} = \frac{\frac{d\theta}{du} + V\theta}{\frac{d\theta_1}{du} + V_1\theta_1},$$

dans lesquelles tous les coefficients sont connus. On est donc ramené à une intégration du premier ordre. Le problème se simplifie si l'une des enveloppes données d'avance est une droite.

» En particulier, appartiennent à cette famille les cubiques G caractéristiques de quadriques de raccordement d'une surface réglée, qui possèdent la propriété cherchée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la nature de la réflexion des ondes électriques au bout d'un fil conducteur.* Note de MM. **Kr. Birkeland** et **Ed. Sarasin**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Communication du 17 avril 1893, un de nous a cherché, en partant de la théorie du mouvement de l'énergie électromagnétique dans l'espace, à faire une hypothèse sur ce qui se passe au voisinage du bout d'un fil métallique le long duquel se propagent des ondes électriques.

» Nous avons étudié la question expérimentalement ensemble, en explorant le champ électrique autour de l'extrémité du fil, avec de petits résonateurs de $0^m,10$ et $0^m,25$ de diamètre, et, bien que la manière de voir exposée dans la Note précitée n'ait pas été confirmée de tous points par nos résultats, ceux-ci n'en apportent pas moins une contribution expérimentale intéressante aux théories remarquables de M. Poynting.

» Voici d'abord quelques brèves indications sur les arrangements des expériences. Les ondes électriques étaient fournies par un petit excitateur à plaques, dont l'étincelle, de 3^{mm} environ, éclatait dans l'huile.

» En face d'un des disques primaires se trouvait un disque semblable duquel partait un tube de cuivre de $0^m,01$ de diamètre et de 9^m de longueur.

» Le tube, qui se terminait librement dans l'air, était supporté par de minces tiges de bois de $1^m,5$ de hauteur.

» Les résonateurs employés étaient toujours circulaires et fixés verticalement, avec l'étincelle en haut; ils étaient capables de deux sortes de mou-

vements, l'un rotatoire autour d'un axe vertical passant par l'étincelle, l'autre translatoire parallèle au tube conducteur.

» Nous nous sommes arrangés de manière à pouvoir marquer, même dans l'obscurité : 1° la distance du centre de notre résonateur au bout du fil conducteur (comptée parallèlement à ce fil); 2° l'angle que formait le plan de celui-ci avec ce fil.

» Les observations ont été faites à l'aide d'une lunette montée horizontalement à 1^{m} de distance du cercle, ce qui est nécessaire à cause de la perturbation considérable que produit le corps de l'observateur sur les oscillations rapides dont il s'agit.

» Nos recherches ont porté sur deux points principaux; nous avons d'abord déterminé les quatre premiers nœuds dans sept distances différentes du fil, le plan du cercle restant toujours normal à celui-ci. Les nœuds sont déterminés au moins par dix mesures chacun; les résultats numériques ainsi obtenus pour le cercle de 10^{cm} sont consignés dans le Tableau ci-joint. Les différentes distances du résonateur au fil conducteur sont comptées entre l'axe de celui-ci et le point le plus rapproché du cercle. Les nombres dans chaque rubrique donnent la distance de chaque nœud à la normale élevée au bout du fil.

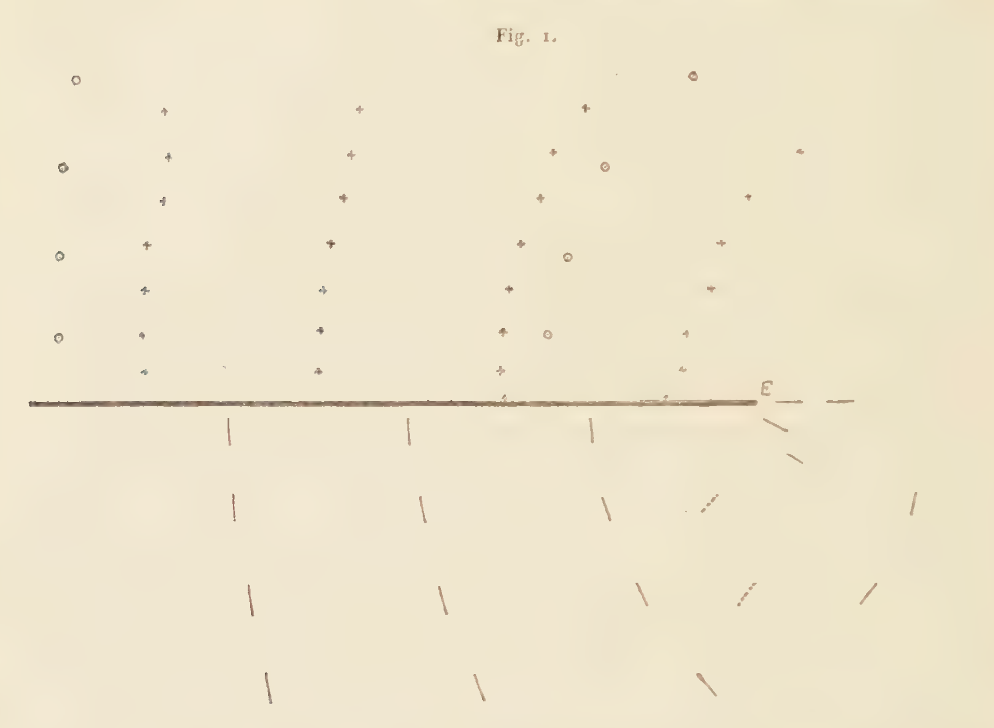
Distance du résonateur au fil conducteur...	2^{cm}	10^{cm}	20^{cm}	30^{cm}	40^{cm}	50^{cm}	60^{cm}
1er nœud...........	16	15,4	9,5	7,7	1,8	−9,8	»
2e »	56,4	56,3	54,2	51,5	47,3	44,8	37,7
3e »	96,5	95,7	95,2	93,5	90,5	88,9	87,5
4e »	135	135,8	135,1	134,6	130,8	129,7	130,5
1er internœud.........	40,4	40,9	44,7	43,8	45,5	54,6	»
2e »	40,1	39,4	41	42	43,2	44,1	49,8
3e »	38,5	40,1	39,9	41,1	40,3	40,8	43

» Dans la *fig.* 1 nous avons représenté par des croix la position *du centre* du résonateur de 10^{cm} dans les 27 nœuds numériquement donnés plus haut. Les ronds portés sur la même figure marquent les positions des nœuds donnés par un cercle de 25^{cm} de diamètre dans quatre distances différentes du tube conducteur.

» L'impression qui résulte immédiatement de la répartition de tous ces nœuds est que, si le premier *choc* arrive au résonateur à peu près parallèlement au fil conducteur, le second doit y arriver par un rayonnement direct partant du voisinage de l'extrémité du fil. En effet, tous les nœuds sont situés sensiblement comme si l'énergie, provoquant le second *choc*

dans le résonateur, marchait *tout près* du fil jusqu'au moment où il est arrivé au bout, puis se dirigeait, à partir de là, directement sur le cercle. Il faut remarquer pourtant que cette manière d'envisager la réflexion ne justifie pas le retrait considérable du premier nœud quand le résonateur se trouve tout près du fil conducteur, un retrait qui, selon les expériences de MM. Sarasin et de la Rive, est d'autant plus grand que le cercle est plus

Fig. 1.



grand lui-même. Nous croyons cependant avoir bien constaté maintenant que ce retrait est dû à la forme géométrique du résonateur; les chocs électriques arrivant le long de deux conducteurs rectilignes tendent à charger chacun la portion la plus rapprochée du résonateur, de sorte que la première oscillation se produit entre deux parties diamétralement opposées du cercle. L'électricité ne tardant pas cependant à osciller dans toute l'amplitude du cercle, celui-ci prend alors sa période normale et les nœuds se disposent en conséquence le long du fil.

» En second lieu, nous avons cherché comment il faut tourner le plan du résonateur autour de son axe vertical pour que l'effet total des deux « chocs » qui en excitent les oscillations soit aussi grand que possible.

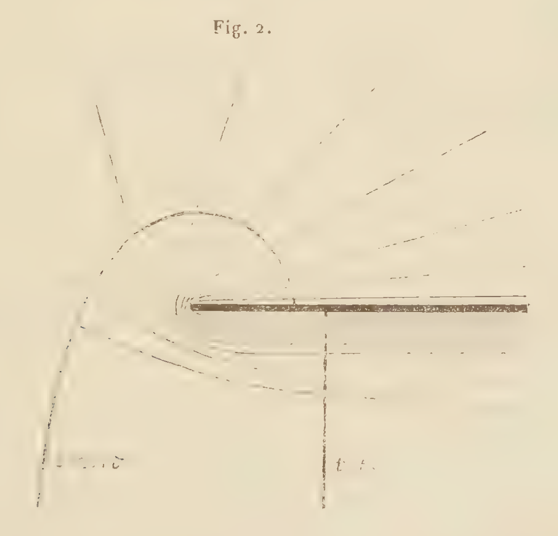
» On trouvera ces directions indiquées dans la *fig.* 1; elles ont été dé-

terminées pour la plupart là où doivent se trouver les « maxima », d'après les mesures des nœuds. Parmi les autres orientations figurées, il s'en trouve deux qui ont été prises dans des nœuds (traits pointillés). Ces directions d'effet maximum donnent, nous semble-t-il, forcément l'impression d'un rayonnement direct du bout du fil.

» Des trois séries d'observations faites dans le milieu des internœuds, il ressort, en effet, que la normale au cercle est dirigée à peu près suivant la bissectrice de l'angle que forme avec la parallèle au fil conducteur la ligne allant directement à l'extrémité du fil. Les deux observations faites dans les nœuds mêmes montrent que, pour y avoir *l'effet maximum*, il faut orienter le cercle de telle sorte que les ondulations électriques venant au bout du fil arrivent normalement sur son plan et que l'action du second choc soit par ce fait annulée.

» Les résultats que nous venons d'énoncer permettent de donner un certain développement à la conception « du tube électrique en marche », imaginé par quelques savants anglais. Admettons que le tube électrique de *l'onde directe,* qui se meut en chaque point normalement à sa direction instantanée, est à peu près rectiligne et normale au fil conducteur : il n'en sera plus de même dans l'onde réfléchie.

Fig. 2.



» Or les mesures faites par l'un de nous des interférences sur la surface même du fil conducteur montrent qu'il n'existe dans ce cas aucun retrait sensible du premier nœud, et que, par conséquent, la partie du tube électrique immédiatement voisine du conducteur fait le tour autour de l'ex-

trémité de celui-ci presque sans retard. Mais les parties éloignées du tube ne peuvent pas parcourir simultanément la même distance angulaire; elles restent en arrière et le tube électrique se courbe alors à peu près comme une queue de comète autour de l'extrémité du fil (*fig.* 2).

» Telle serait donc l'origine de ce rayonnement caractéristique partant du bout du conducteur, dont nous croyons pouvoir admettre l'existence. Il résulterait de ce que, les éléments du tube électrique continuant à se mouvoir normalement à leur direction instantanée, l'énergie s'éloigne du bout du fil pour se répandre dans tout l'espace ambiant ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Observations sur la Communication précédente de MM.* Birkeland *et* Sarasin; par M. H. POINCARÉ.

« Les expériences de MM. Sarasin et Birkeland paraissent devoir modifier complètement nos idées sur certains phénomènes, et, bien que toute discussion de ces expériences puisse sembler prématurée, il ne sera peut-être pas inutile de les rapprocher du calcul suivant, qui nous montrera à quels résultats nous conduirait la théorie de Maxwell appliquée à ces phénomènes.

» Considérons un fil rectiligne OA de longueur l, un point N sur ce fil, un point M dans le diélectrique; soit P le pied de la perpendiculaire abaissée de M sur OA. Soient

$$u = \mathrm{ON}, \qquad z = \mathrm{OP}, \qquad \rho = \mathrm{MP},$$
$$r = \mathrm{MN}, \qquad r_0 = \mathrm{OM}, \qquad r_1 = \mathrm{AM}.$$

» Soient $F(u - Vt)$ le courant de conduction dû à l'onde directe, et $F_1(u + Vt)$ le courant de conduction dû à l'onde réfléchie; V est la vitesse de propagation.

([1]) Il doit donc se produire une perte sensible d'énergie à la réflexion. Nous avions espéré compléter notre travail sur ce point par des mesures sur le fil même (Cf. BIRKELAND, *Wied. Ann.*, t. XLVII, p. 583). Pour trois longueurs d'onde $\lambda_1 = 6m$, $\lambda_2 = 2,7m$ et $\lambda_3 = 1,2m$, nous avons trouvé que l'onde réfléchie est respectivement 0,6, 0,45 et 0,35 de l'onde directe. Or nous avons imaginé une autre méthode pour mesurer directement la perte, et nous n'avons pas retrouvé ces valeurs, de telle sorte que nous ne pouvons les donner que sous toutes réserves, n'ayant pas réussi encore à expliquer ces résultats contradictoires.

» La fonction Π de Hertz est alors égale à

$$\Pi = \int_0^l \frac{F(u+r-Vt)\,du}{r} + \int_0^l \frac{F_1(u+Vt-r)\,du}{r}.$$

» Si nous posons

$$\alpha = u + r - Vt, \qquad \beta = u + Vt - r,$$
$$\alpha_0 = r_0 - Vt, \qquad \beta_0 = Vt - r_0,$$
$$\alpha_1 = l + r_1 - Vt, \qquad \beta_1 = l + Vt - r_1,$$

il vient

$$\Pi = \int_{\alpha_0}^{\alpha_1} \frac{F(\alpha)\,d\alpha}{\alpha + Vt - z} + \int_{\beta_0}^{\beta_1} \frac{F_1(\beta)\,d\beta}{Vt + z - \beta}.$$

» Tous les phénomènes dépendent de la dérivée $\frac{d\Pi}{d\rho}$, puisque la force magnétique est égale à cette dérivée elle-même; que les composantes de la force électrique sont $-\frac{d^2\Pi}{d\rho\,dz}$ et $\frac{d^2\Pi}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho}\frac{d\Pi}{d\rho}$; et que les lignes de force électrique ont pour équation $\rho\frac{d\Pi}{d\rho} = \text{const.}$ Calculons donc cette dérivée, il vient

$$\frac{d\Pi}{d\rho} = \frac{F(\alpha_1)}{l + r_1 - z}\frac{\rho}{r_1} - \frac{F(\alpha_0)}{r_0 - z}\frac{\rho}{r_0} - \frac{F_1(\beta_1)}{r_1 - l + z}\frac{\rho}{r_1} + \frac{F_1(\beta_0)}{r_0 + z}\frac{\rho}{r_0}.$$

» Supposons que le point M soit voisin du point A et par conséquent éloigné du point O; r_0 différera peu de z; le quatrième terme sera négligeable et le second se réduira à

$$-\frac{2F(z - Vt)}{\rho}.$$

» Si nous supposons que

$$F_1(x) = \lambda F(2l - x),$$

le premier et le troisième terme pourront être confondus en un seul, car on aura

$$F_1(\beta_1) = \lambda F(\alpha_1).$$

» Si nous posons alors

$$\rho = r_1 \sin\varphi, \qquad l - z = r_1 \cos\varphi,$$

il viendra

$$\frac{d\Pi}{d\rho} = \frac{F(\alpha_1)}{r_1}\left(\operatorname{tang}\frac{\varphi}{2} - \lambda \cot\frac{\varphi}{2}\right) - \frac{2F(z - Vt)}{\rho}.$$

» Comme α_1 dépend seulement de r_1, nous voyons que les deux termes de cette équation correspondent à deux ondes : la première à une onde qui semble émaner du point A, la seconde à une onde qui semble se mouvoir parallèlement à la droite OA.

» Cela est conforme aux expériences de MM. Sarasin et Birkeland dont la théorie rend ainsi compte dans leurs traits généraux.

» Bien des difficultés subsistent cependant; car la théorie ne me paraît pas très bien expliquer la perte par réflexion observée (dont dépend le coefficient λ); mais, avant de se prononcer, il faut attendre qu'on ait découvert la cause des contradictions entre les résultats expérimentaux obtenus par des méthodes différentes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure des coefficients d'induction.* Note de M. H. **Abraham**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on détermine un coefficient d'induction par comparaison avec une résistance et un temps, on atteint difficilement le centième si l'on emploie le galvanomètre balistique. On augmente déjà la sensibilité et la précision en renouvelant périodiquement les impulsions, ce qui produit une déviation permanente.

» Mais on peut aller plus loin, en se servant d'un *galvanomètre différentiel,* qui permet de compenser cette déviation permanente. *Les mesures se font alors très aisément au centième, et peuvent fournir le millième sans grande difficulté.*

» I. Coefficients d'induction mutuelle. — Les communications nécessaires sont établies par un commutateur tournant dont on règle la vitesse par une méthode stroboscopique. La décharge induite, que provoque *n* fois par seconde l'établissement du courant inducteur, est envoyée dans le premier circuit du galvanomètre différentiel. On compense l'effet des impulsions périodiques en faisant traverser le deuxième circuit par un courant continu fourni par la même pile.

» On arrête alors le commutateur et l'on met le circuit induit en dérivation sur une résistance *r* du circuit inducteur [1], substituant ainsi aux décharges successives un nouveau courant continu. Si l'équilibre du galva-

[1] Cette dérivation modifie légèrement la résistance de l'inducteur; il en résulte un petit terme correctif dans la formule donnant M.

nomètre n'est pas troublé, on pourra dire que la résistance réelle r équivaut à la résistance fictive nM par laquelle les deux circuits se trouvaient en relation pendant les phénomènes d'induction, et l'on écrira

$$M = \frac{1}{n} r.$$

» Il n'est donc nécessaire de connaître avec précision que la seule résistance r : on pourra constituer cette résistance par un ohm étalon.

» Comme application, j'indiquerai tout d'abord un contrôle. On sait que, pour deux bobines *sans fer*, I, II, on doit nécessairement avoir

$$M_{I}^{II} = M_{II}^{I}.$$

» Voici un cas particulier :

$$M_{I}^{II} = 0^{\text{Henry}},04966, \qquad M_{II}^{I} = 0^{\text{Henry}},04968.$$

» J'ai constaté que *cette réciprocité des coefficients d'induction n'existe plus quand les bobines contiennent du fer*. Les mêmes bobines ont donné, avec un noyau de fil de fer doux,

$$M_{I}^{II} = 0^{\text{Henry}},5290, \qquad M_{II}^{I} = 0^{\text{Henry}},5504.$$

» L'écart est bien réel ; il n'est pas dû à un effet de saturation du fer, à un défaut de proportionnalité entre l'aimantation et l'intensité du courant inducteur ; car, en doublant cette intensité, on retrouve les mêmes valeurs

$$M_{I}^{II} = 0^{\text{Henry}},5291, \qquad M_{II}^{I} = 0^{\text{Henry}},5490.$$

» II. Coefficients d'induction propre. — Dans un pont de Wheatstone, trois branches sont sans induction ; la quatrième contient la bobine étudiée. Le pont est réglé pour un courant permanent ; c'est le premier circuit du galvanomètre différentiel qui sert à constater l'équilibre.

» Le commutateur tournant envoie, n fois par seconde, un courant induit de fermeture dans ce galvanomètre, que l'on ramène au zéro au moyen du circuit compensateur dont le courant est toujours fourni par la même pile.

» On arrête alors le commutateur et l'on dérègle le pont d'une faible quantité r. Si l'équilibre du galvanomètre se trouve rétabli, on pourra dire que la résistance réelle r a agi comme la résistance fictive nL ; abstraction faite d'une correction peu importante, on aura donc

$$L = \frac{1}{n} r.$$

» Voici quelques vérifications. En faisant varier l'intensité du courant et la période du commutateur, j'ai trouvé successivement pour une même bobine

$$0^{\text{Henry}},2445, \quad 0^{\text{Henry}},2446, \quad 0^{\text{Henry}},2446, \quad 0^{\text{Henry}},2443.$$

» Le contrôle suivant est plus important. Les coefficients d'induction propre de deux bobines sont trouvés égaux respectivement à

$$0^{\text{Henry}},05810 \quad \text{et} \quad 0^{\text{Henry}},05512,$$

dont la somme

$$0^{\text{Henry}},11322$$

est pratiquement identique à la valeur mesurée directement pour l'ensemble des deux bobines

$$0^{\text{Henry}},11318.$$

» Dans toutes ces mesures, on a employé avantageusement, comme différentiel, un galvanomètre Thomson à quatre bobines, dont la paire supérieure forme le premier circuit, la paire inférieure constituant le second ([1]). »

OPTIQUE. — *Sur la vision des objets opaques au moyen de la lumière diffractée.* Note de M. Gouy.

« Si l'on examine au moyen d'un microscope ou d'une lunette un objet opaque et non réfléchissant, placé sur le trajet d'un faisceau lumineux, en se plaçant dans les conditions ordinaires, l'image obtenue est formée à la fois par les rayons qui ont suivi leur route géométrique, et par les rayons diffractés par les bords de l'objet, par ceux du moins à qui leur déviation permet d'arriver à l'objectif. Si, au contraire, on dispose l'appareil de manière à arrêter les rayons qui ont suivi leur route sans déviation, les rayons diffractés seuls viennent former l'image.

» Les expériences relatives à la *diffraction éloignée*, que j'ai décrites il y a quelques années, appartenaient déjà à cette catégorie. Dans les expériences actuelles, on n'utilise que les rayons déviés d'un petit angle par la diffraction, et les deux espèces de diffraction (intérieure et extérieure à l'ombre géométrique) concourent pour former l'image.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

» On peut employer une lunette de viseur ou un microscope à long foyer, dirigé vers une source lumineuse éloignée. Au foyer principal de l'objectif, on place un très petit écran, juste suffisant pour arrêter les rayons directs. L'objet opaque étant placé en avant de l'objectif et à une distance convenable, les rayons diffractés seuls viennent former l'image.

» On peut aussi, entre autres dispositifs, faire usage d'un faisceau convergent, et recevoir le foyer sur un très petit écran, derrière lequel est placé l'objectif, l'instrument étant toujours orienté dans l'axe du faisceau incident.

» Dans ces conditions, la mise au point étant faite, le contour de l'objet opaque se montre dessiné, sur fond noir, par une ligne lumineuse formée par la lumière diffractée par les bords de l'objet. L'intensité est assez grande pour qu'une lampe ordinaire soit suffisante; avec une source très intense, l'image est accompagnée, comme toujours, de franges accessoires, dont nous ne nous occuperons pas ici.

» Cette image linéaire présente une structure fort curieuse qui constitue, à vrai dire, tout l'intérêt de l'expérience. Si on l'examine au moyen d'un oculaire fort, ou de tout autre système optique grossissant suffisamment, on voit cette ligne lumineuse prendre une largeur appréciable, et se montrer divisée en deux parties égales par une fine ligne noire, d'une netteté extrême; en d'autres termes, l'image est formée de deux lignes lumineuses, égales et équidistantes, séparées par un petit intervalle obscur.

» Si l'on arrête au moyen d'un écran l'un des deux faisceaux de rayons diffractés (intérieur ou extérieur à l'ombre géométrique), on voit cet intervalle obscur disparaître; ainsi la ligne noire résulte de l'interférence des deux faisceaux de rayons diffractés.

» En effet, en appliquant au cas actuel le mode de raisonnement de Fresnel, et ayant égard aux conditions de symétrie, on reconnaît *a priori* que les deux faisceaux de rayons diffractés issus du bord possèdent, à égale distance de ce bord, une différence de phase d'une demi-vibration et une amplitude égale. Dès lors, au foyer géométrique, ces deux faisceaux interfèrent, et l'image géométrique du bord est dessinée par une ligne noire [1], la lumière disponible étant rejetée de part et d'autre de cette ligne.

---

[1] Ceci n'est tout à fait exact que lorsque le bord de l'objet opaque est rectiligne ou a grand rayon de courbure; si au contraire ce bord présente des angles vifs, ces angles se montrent très légèrement arrondis.

» Les choses se passent, à très peu près, comme si l'on examinait une source lumineuse linéaire au moyen d'une lunette dont l'objectif serait recouvert, sur une moitié de sa surface, d'une lame mince produisant un retard d'une demi-onde. Ce cas est un de ceux qui sont réalisés dans l'expérience des franges de Talbot, dont la théorie est trop connue pour qu'il soit nécessaire d'insister ici. Dans le cas actuel, la condition d'interférence étant remplie pour toutes les couleurs, le phénomène est achromatique.

» Les dispositifs décrits plus haut peuvent rendre des services dans certaines mesures de précision. On sait en effet que le pointé du bord d'un objet opaque s'effectue dans des conditions bien moins satisfaisantes que le pointé d'une ligne, telle qu'un trait sur une règle. En utilisant les données qui précèdent, on peut ramener tous les pointés à ce cas particulièrement avantageux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de préparation de la méthylamine et sur la constitution de l'hexaméthylène-tétramine.* Note de MM. **A. Trillat** et **Fayollat**, présentée par M. Schützenberger.

« Lorsqu'on réduit, par le zinc et l'acide chlorhydrique, la solution aqueuse de la combinaison ammoniacale de la formaldéhyde, et qu'on la chauffe en présence de la soude, il se dégage une forte odeur de méthylamine. Cette observation a servi de base au procédé suivant, concernant la préparation de cette amine, sans qu'il soit nécessaire de préparer préalablement la combinaison ammoniacale de l'aldéhyde.

» 100^{gr} d'aldéhyde formique à 33 pour 100 sont mélangés à froid avec une solution aqueuse d'ammoniaque jusqu'à ce qu'il n'y ait plus échauffement; on ajoute en une seule fois 200^{gr} de poudre de zinc, puis on fait couler lentement dans le mélange 750^{gr} d'acide chlorhydrique ordinaire. Cette addition se fait à froid et doit s'effectuer dans un espace de huit à dix heures. On ajoute au liquide un grand excès de soude, et on distille par un courant de vapeur d'eau ; les produits distillés sont reçus dans de l'acide chlorhydrique dilué. L'ammoniaque passe d'abord et ensuite la méthylamine ; on obtient ainsi un mélange des deux chlorhydrates qui sont évaporés, séchés et séparés par de l'alcool absolu à chaud.

» La méthylamine obtenue par ce procédé ne donne aucune des réactions des amines secondaires et tertiaires : elle peut donc être considérée comme pure ou accompagnée de faibles traces d'autres amines.

» Les réactions donnant lieu à la formation de la méthylamine par cette méthode pourraient être expliquées de la manière suivante. Le mélange d'aldéhyde et d'ammoniaque fournirait d'abord la diméthylène-diamine-méthane

$$3\,CH^2O + 2\,AzH^3 = CH^2{=}(Az:CH^2)^2 + 3\,H^2O.$$

» Ce produit, sous l'influence de la réduction et d'une hydratation, fournirait la méthylamine

$$CH^2\left\langle\begin{matrix} Az:CH^2 \\ Az:CH^2 \end{matrix}\right. + 4H = CH^2\left\langle\begin{matrix} AzH\,CH^3 \\ AzH\,CH^3 \end{matrix}\right.,$$

$$CH^2{=}(AzH\,CH^3)^2 + H^2O = CH^2O + 2\,AzH^2CH^3.$$

» Dans la distillation à la vapeur, l'entraînement de l'ammoniaque se fait très facilement : celui de la méthylamine est beaucoup plus long et doit s'effectuer en présence d'un grand excès d'alcali.

» La réduction des combinaisons ammoniacales des autres aldéhydes par le même procédé fera l'objet d'une Communication ultérieure.

» La combinaison de l'aldéhyde formique et de l'ammoniaque a été étudiée par plusieurs auteurs, notamment par Butlerow ([1]), Tollens ([2]), Lösekann ([3]), etc. Ces auteurs ont généralement admis pour la constitution de ce produit la formule $Az^4(CH^2)^6$, de préférence à la formule plus simple $Az^2(CH^2)^3$. Cependant la détermination de la densité de vapeur de l'hexaméthylène-tétramine est loin de donner des résultats concluants. Tollens et Mayer ([4]) reconnaissent aussi que la méthode cryoscopique de M. Raoult ne leur a pas permis d'adopter, d'une manière très sûre, la formule $Az^4(CH^2)^6$. Devant cette incertitude, il paraît plus rationnel d'admettre la formule simplifiée, et cela par suite des considérations suivantes. Tandis que la formule doublée est d'une constitution difficile à expliquer, et sur laquelle les auteurs ne s'entendent pas, la formule simple pourrait être ainsi représentée

$$Az^2(CH^2)^3 = CH^2\left\langle\begin{matrix} Az:CH^2 \\ Az:CH^2 \end{matrix}\right.$$

» La réaction donnant naissance à cette combinaison pourrait se par-

([1]) *Annalen der Chemie*, t. CXV, p. 322.

([2]) Tollens, *Berichte der Deutsche Gesellschaft*, t. XVII, p. 656.

([3]) Losekann, *Chemiker Zeitung*, p. 1409; 1890.

([4]) *Berichte der Deutschen Gesellschaft*, t. XXI, p. 1570.

tager en deux phases. En premier lieu, une molécule d'ammoniaque et d'aldéhyde formique se combineraient pour donner naissance à la *méthylène-amine*, dont j'ai déjà fait prévoir l'existence et qui a également été entrevue par M. Louis Henry [1]

(1) $$CH^2O + AzH^3 = CH^2 : AzH + H^2O.$$

Deux molécules de méthylène-amine réagiraient ensuite avec une molécule d'ammoniaque pour donner la diméthylène-diamine-méthane

(2) $$CH^2O + 2CH^2 : AzH = CH^2 = (Az : CH^2)^2 + H^2O.$$

Pour appuyer notre hypothèse, nous citerons les analogies que présente la formule dédoublée avec certaines combinaisons de la série aromatique. L'aniline donne, avec la formaldéhyde, l'anhydroformaldéhyde-aniline $C^6H^5Az : CH^2$, comparable au composé $CH^2 : AzH$; la monométhylaniline donne le dérivé $(C^6H^5AzCH^3)^2=CH^2$, comparable au composé $CH^2=(Az:CH^2)^2$ de la formule (2).

» Enfin, tandis que l'anhydroformaldéhyde-aniline donne, par réduction, la monoéthylalinine, la combinaison ammoniacale de la formaldéhyde donne la méthylamine, ce qui indiquerait dans les molécules un groupement semblable [2]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les méthyltartrates et éthyltartrates alcalins.* Note de M. **J. Fayollat**, présentée par M. Friedel.

« Ces composés, qui ont été étudiés par Dumas et Peligot [3], par Guérin Varry [4], Dumas et Piria [5], par Morian [6], par Mulder [7] et par Valden [8], n'ont cependant fait l'objet d'aucune détermination polarimétrique. Les recherches que je publie aujourd'hui sont destinées à combler cette lacune.

---

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, t. XXVI; 1893.
(2) Travail fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.
(3) *Ann. Ch. Ph.*, 2e série, t. LXI, p. 200.
(4) *Ibid.*, 2e série, t. LXII, p. 57.
(5) *Ibid.*, 3e série, t. V, p. 373.
(6) *Journ. der Pharm.* de Trommsdorf, t. XXIII, p. 2 et 43; t. XXIV, p. 1 et 11.
(7) *Recueil trav. chim. Pays-Bas*, t. VIII, p. 370.
(8) *Zeitschrift phys. Chem.*, t. VIII, p. 474.

» Méthyltartrates. — L'acide méthyltartrique a été préparé en chauffant pendant trois ou quatre heures au bain-marie un mélange d'une partie d'acide tartrique et d'une partie d'alcool méthylique. On obtient ainsi un produit visqueux qui sert de point de départ pour la préparation des sels.

» *Sel de lithium.* — Se forme lorsque l'on traite ce produit visqueux par un peu d'eau et qu'on ajoute la quantité calculée de carbonate de lithium. Le produit de la réaction, repris par l'eau, a été concentré au bain-marie. Le sel se dépose bien cristallisé; on le lave à l'alcool. L'analyse conduit à la formule $C^5H^7O^6Li$.

» *Sel de sodium.* — S'obtient le plus facilement en ajoutant à l'acide visqueux la quantité calculée de soude caustique en solution concentrée. On reprend par l'eau, on évapore à une température de 70° environ, et l'on abandonne à la cristallisation. L'analyse répond à la formule $C^5H^7O^6Na$.

» *Sel de potassium.* — Se prépare comme le sel de lithium; la neutralisation avec la potasse ne donne pas de bons résultats. L'analyse répond à la formule $C^5H^7O^6K$.

» *Sel d'ammonium.* — Préparé directement en neutralisant avec l'ammoniaque la solution visqueuse d'acide méthyltartrique fraîchement obtenue. Le sel repris par l'eau est évaporé dans le vide sec, il ne se dépose en cristaux qu'au bout d'un ou deux mois; il attire l'eau avec une grande avidité.

» Éthyltartrates. — L'acide éthyltartrique a été préparé comme l'acide méthyltartrique en faisant réagir l'alcool éthylique sur l'acide tartrique. On obtient ainsi un produit visqueux qui peut être utilisé directement pour la préparation des sels.

» *Sel de lithium.* — Obtenu par double décomposition avec le carbonate de lithium; se dépose sous forme de beaux cristaux dont l'analyse répond à la formule $C^6H^3O^6Li$.

» *Sel de sodium.* — Se forme par neutralisation directe avec la soude; il se dépose à l'état cristallisé.

» *Sel de potassium.* — Préparé aussi par neutralisation directe de l'acide éthyltartrique avec la potasse.

» *Sel de baryum.* — S'obtient en saturant par le carbonate de baryum la solution fraîchement préparée de l'acide éthyltartrique; on achève la réaction en chauffant légèrement, et l'on concentre la solution à une basse température ou mieux encore sous le dessiccateur.

» *Sel de calcium.* — Se prépare comme le précédent en mettant un excès de carbonate de calcium et chauffant un peu au bain-marie. On lave à l'alcool.

» Il est à remarquer que tous ces sels se déposent de leur solution aqueuse, à l'état anhydre, sans eau de cristallisation. A cet égard, ils diffèrent notablement des tartrates qui se déposent avec des quantités d'eau de cristallisation variant de une demie à plusieurs molécules.

DÉTERMINATIONS POLARIMÉTRIQUES.

» Ces divers produits, dissous dans l'eau, ont été l'objet de mesures polarimétriques, réunies dans le Tableau suivant :

Corps.	Poids de substance dans 25^{cc}.	Longueur du tube en décim. = L.	α = déviation polarimétrique.	$\alpha_{(D)}$ = pouvoir rotatoire spécifique.
Acide tartrique	0,4740	2	+0,61	+16,1
Acide méthyltartrique	0,5183	»	+0,75	+18,1
Méthyltartrate de Li	0,5370	»	+1,14	+26,5
» de AzH^4	0,5727	»	+1,28	+28,0
» de Na	0,5883	»	+0,99	+21,0
» de K	0,6393	»	+1,16	+22,7
Acide éthyltartrique	0,5630	»	+0,98	+21,8
Éthyltartrate de Li	0,5822	»	+1,34	+28,8
» de Na	0,6328	»	+1,39	+27,5
» de K	0,6825	»	+1,40	+21,6
* Éthyltartrate de Ca	0,6226	»	+1,21	+24,3
* » de Ba	0,7767	»	+1,26	+20,3

» A l'exception des mesures relatives aux sels de calcium et de baryum marquées du signe *, toutes ces observations se rapportent à des solutions contenant le même nombre de molécules dans le même volume. La dilution correspond approximativement à une molécule gramme dans huit litres d'eau; et pour les sels peu solubles de calcium et de baryum à une molécule gramme dans seize litres d'eau. Abstraction faite de ces deux sels, on remarquera que, dans chaque série, les déviations des sels alcalins sont très approximativement égales; ce qui correspond à un état de dissociation sensiblement le même pour les divers sels d'une même série. Pour me conformer à l'usage, j'ai quand même calculé les valeurs de $\alpha_{(D)}$.

» J'aurais voulu compléter ces mesures, par des observations faites sur les mêmes sels en solution dans l'alcool. Malheureusement leur peu de solubilité dans ce dissolvant ne permet pas d'effectuer des mesures un peu exactes du pouvoir rotatoire (exception faite toutefois pour les acides).

» Je me borne donc à transcrire les déviations polarimétriques observées au moyen de solutions saturées à la température ordinaire dans l'alcool à 99 pour 100.

» Ces observations démontrent, cependant, que les méthyltartrates et éthyltartrates conservent dans ce dissolvant leur caractère dextrogyre.

Corps.	Poids de substance dans 50^{cmc}.	L = longueur du tube en décimètres.	α = déviation polarimétrique.
Acide tartrique	0,4740	6	+ 0,31
» méthyltartrique	0,5183	»	+ 0,20
Méthyltartrate de Li	0,0806	»	0,14
» Na	0,0130	»	0,04
» K	0,0044	»	0,02
Acide éthyltartrique	0,5630	»	+ 0,48
Éthyltartrate de Li	0,3526	»	0,87
» Na	0,0446	»	0,10
» K	0,0154	»	0,04 (1)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les homologues de la gallanilide; préparation de la galloparatoluide*. Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« La préparation de la gallanilide, ou anilide de l'acide gallique, par réaction de l'aniline sur le tannin (2), nous donnait à penser qu'en faisant intervenir les homologues de l'aniline, nous obtiendrions les homologues de la gallanilide par un dédoublement analogue du tannin de la noix de galle.

» L'expérience nous a démontré que la paratoluidine seule se comporte comme l'aniline.

» On chauffe vers 150° pendant une heure environ 100^{gr} de paratoluidine cristallisée et 100^{gr} d'acide gallotannique. On traite ensuite par l'eau additionnée de l'acide chlorhydrique. Il se forme un précipité qu'on essore et qu'on fait cristalliser plusieurs fois dans l'alcool aqueux.

» On obtient des paillettes cristallines d'une grande blancheur fondant à 211° au lieu de 205°, point de fusion de la gallanilide; ce corps est très peu soluble dans l'eau froide, mais très soluble dans l'eau bouillante. Il est soluble dans l'alcool et dans l'éther.

» L'analyse élémentaire indique que ce corps correspond à la gallotoluide, et, d'après ses origines, à la galloparatoluide :

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO.AzH.\underset{(4)}{C^6H^4}.\underset{(1)}{CH^3} \\ (OH)^3. \end{array} \right.$$

(1) Genève, laboratoire de Chimie de l'Université, octobre 1893.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 698, 27 mars 1893.

» Il cristallise dans l'eau ou l'alcool aqueux avec 2 molécules d'eau, tout comme la gallanilide; il perd cette eau à 100°. Les cristaux, de brillants qu'ils étaient, prennent l'aspect effleuri.

» Sous l'influence de l'acide chlorhydrique à 150° en tube scellé la galloparatoluide se dédouble en acide gallique et paratoluidine.

» Les alcalis caustiques à l'abri de l'air ne l'attaquent pas sensiblement, même à l'ébullition. Au contact de l'air, ils la transforment peu à peu par oxydation.

» Les mêmes dérivés salins que nous avons décrits pour la gallanilide ([1]) se forment avec la gallotoluide.

» Une solution bouillante de gallotoluide traitée par l'acétate de zinc donne immédiatement un précipité blanc très insoluble dans l'eau, correspondant à la formule

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO.AzH.C^6H^4.CH^3 \\ \left.\begin{array}{l} O \\ O \end{array}\right\rangle Zn \\ OH \end{array} \right.$$

» Nous n'avons pas recherché les autres composés zinciques prévus par la théorie et précédemment décrits par nous pour la gallanilide ([2]); mais ils doivent se former probablement.

» Les acétates de plomb donnent également un précipité insoluble avec une solution bouillante de gallotoluide. Ce précipité correspond encore à la formule

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO.AzH.C^6H^4.CH^3 \\ \left.\begin{array}{l} O \\ O \end{array}\right\rangle Pb \\ OH \end{array} \right.$$

» L'eau de baryte ou l'eau de chaux donnent des combinaisons barytique ou calcique analogues s'altérant à l'air.

» Comme avec la gallanilide, les acétates mercurique et cuprique sont réduits.

» Bouillie avec la nitrosodiméthylaniline au sein de l'alcool la gallotoluide donne l'homologue du *bleu gallique* ou *indigo* du *tannin* que nous avons étudié précédemment ([3]). On obtient là un oxindophénol analogue à la gallocyanine.

» Nous avons fait réagir sur l'acide gallotannique, dans les mêmes conditions, l'orthotoluidine, la méthylaniline, la diméthylaniline, et enfin le produit commercial désigné sous le nom de *xylidine pure*, mais qui est encore un mélange d'isomères; nous n'avons obtenu que des résultats

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 47.

([2]) *Ibid.*, t. CXVII, 3 juillet 1893, p. 47.

([3]) *Ibid.*, t. CXVI, p. 884.

négatifs. Il nous a été impossible de recueillir un corps défini cristallisé, même en nous aidant du froid ou de l'addition de divers solvants au liquide aqueux. Nous n'avons pas eu en mains la métatoluidine qui, peut-être, donne également des résultats négatifs.

» Ces faits ne sont pas pour nous étonner. La position des groupements en série aromatique influe considérablement sur les propriétés des corps.

» Les réactions différentes des trois diméthylanilines carboxylées signalées dernièrement par M. Lauth (¹) en témoignent encore. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influences héréditaires expérimentales.* Note de MM. **Gley** et **Charrin**, présentée par M. Marey.

« On ne possède pas d'expériences positives suffisantes, permettant d'affirmer la possibilité de transmettre aux descendants tel état anatomique ou physiologique déterminé du fait de l'influence de l'élément mâle. La Bactériologie nous a paru capable de faciliter la solution du problème.

» Il était, en effet, légitime de se demander si, d'une part, on constaterait l'existence de l'immunité chez des sujets issus de couples dont le père uniquement était réfractaire au moment de la fécondation ; si, d'autre part, quelques phénomènes spéciaux, conséquences de la vaccination, qui, au fond, consiste à inoculer une infection atténuée, ne se produiraient pas.

» Dans le but de vérifier ces hypothèses, on vaccine 8 lapins mâles contre le bacille pyocyanogène; ces vaccinations sont pratiquées à trois reprises : le 30 mars 1893, on injecte 1^{cc} de culture atténuée sous la peau de chaque animal, puis, le 1er et le 3 avril, 5^{cc} de toxines;

» Quinze jours après, on répartit ces animaux, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, entre quatre cages; dans chacune de ces cages, on place 2 femelles normales *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*.

» Le 27 juin 1893, une des lapines, *e*, de la troisième cage, accouche de 8 petits qui succombent dans les quarante-huit heures.

» Le 30 du même mois, la femelle *g* de la quatrième cage donne le jour à 6 rejetons : trois périssent, trois survivent; à la date du 2 octobre, ils pèsent A 665^{gr}, B 602^{gr}; C 610^{gr}.

» Le même jour, la seconde femelle *h* de cette même cage a, de son côté, 6 nouveau-nés qui semblent arriver avant terme; aucun n'est vivant.

(¹) *Comptes rendus*, 30 octobre 1893.

» Le 2 juillet 1893, une lapine, *d*, de la seconde cage, a 7 petits; 4 seulement, D, E, F, G, s'élèvent.

» Le surlendemain, on découvre 6 cadavres de fœtus dans la première cage.

» Les femelles *a*, *b*, *c*, *f* sont demeurées stériles.

» Le 3 septembre, la lapine meurt. Le 26, on inocule les mâles I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, les femelles *a*, *b*, *c*, *d*, *f*, *g*, *h*, plus 4 témoins, 1, 2, 3, 4; chaque sujet reçoit, dans les veines, 1cc d'une culture pyocyanique de virulence modérée.

» Les témoins 2, 4 et la lapine *a* succombent le 2 octobre; le témoin 1 vingt-quatre heures après; le témoin 3 et la femelle *c*, le 5; les femelles *b* et *f*, le 7; la femelle *h*, le 9. Le 15, la femelle *g* est malade; elle a maigri; néanmoins, elle est encore vivante à la fin d'octobre, ainsi que *d* qui n'a pas été souffrante; toutefois, *g* a un début de paraplégie.

» Tous les mâles ont résisté, à l'exception de II (première cage) et V (troisième cage), qui ont péri, l'un le 10, l'autre le 17 octobre.

» Ainsi, l'état réfractaire, réel, mais variable, chez ces mâles, a été reconnu incomplet, inconstant, pour les femelles, quoique indéniable cependant, et plus marqué chez celles qui se sont montrées fécondes; cet état peut, ici, jouer un rôle; la cellule paternelle n'en est pas moins le *primum movens*.

» Cette transmission de résistance s'opère grâce à l'accouplement et à la grossesse. Différents facteurs interviennent, qualités du vaccin, intensité de la vaccination, dates respectives de cette vaccination et de ces fécondations, l'influencent, etc.

» Le 4 octobre 1893, on inocule de la même façon les 7 petits A, B, C, D, E, F, G, et 5 témoins nés le 10 juillet, 11 jours après A, B, C, 8 après D, E, F, G. Malgré cette différence, leur poids moyen atteint 882gr; celui de A, B, C, 616 et celui des 4 derniers, 719; les témoins sont désignés par les chiffres 5, 6, 7, 8, 9.

» Le 11 octobre, tous les témoins sont morts; les témoins 5 et 7 ont péri le 8; le témoin 6, le 10; les témoins 8 et 9, le 11.

» Le petit lapin B succombe le 10; E, le 12; F et C, le 17; G, le 26. Les deux autres sont bien portants à l'heure présente.

» Inutile de commenter longuement ces expériences; elles parlent d'elles-mêmes. — Quand on accouple des lapins, le mâle étant seul vacciné contre le bacille pyocyanogène, on peut voir, dans des cas assez rares, l'immunité transmise aux descendants. Si cette transmission est inconstante, cette immunité des descendants, le plus souvent, est incomplète, peu profonde; néanmoins, il y a là un attribut héréditaire du fait de cet élément mâle.

» Nous avons rapporté ici une de nos expériences; mais, depuis plus de

trois ans, nos recherches ont porté sur 34 animaux, dont 26 mères. — En dehors des phénomènes que nous venons d'indiquer, on observe de la stérilité, des avortements, des morts dans les premiers jours. — Si les rejetons s'élèvent, ils sont normaux, ou bien ils sont atrophiés; les os, dans ce dernier cas, sont courts, les épiphyses sont volumineuses, tuméfiées, surtout au niveau des membres; le poids général est très inférieur.

» Or, des accidents de même ordre se produisent : lorsque les deux générateurs sont vaccinés, lorsque la mère seule a été rendue réfractaire, ou lorsque l'infection des parents est subaiguë; plus d'une fois, nous l'avons constaté. Entre l'état des générateurs, celui du père en particulier, dans les recherches que nous avons résumées, et ces accidents, il y a donc des relations certaines.

» Ainsi se démontre cette influence de la cellule mâle; elle agit comme agit l'élément femelle ou les deux réunis. L'objection, notons-le incidemment, qui invoquerait l'allaitement pour expliquer l'immunité des petits, ne s'étend pas aux autres phénomènes (avortements, atrophie, etc.). — A certain point de vue, ces constatations sont en accord avec les enseignements des cytologistes, tels que Strassburger, Guignard. D'après ces savants, « si, chez l'ascendant, la cellule a 12 chromosomes, chez le des-
» cendant on en compte 12, dont 6 apportés par le spermatozoïde, et 6
» par l'ovule ».

» Notons que la fréquence de la stérilité, des morts précoces, de l'inconstance de la transmission de l'immunité, obligent à poursuivre un nombre considérable d'expériences, avant de voir se réaliser tous les cas.

» D'autres recherches, du reste, seraient nécessaires pour étudier l'état bactéricide, l'état phagocytaire, les monstruosités et surtout la descendance des premières générations anomales.

» Pour le moment, sans vouloir toucher aux explications théoriques, parfois trop faciles, nous nous bornons strictement aux faits que nous avons résumés. Leur signification ne saurait échapper à personne. En tout cas, ils ébranlent la doctrine de Weismann, attendu qu'il y à transmission de propriété des éléments somatiques aux germinatifs. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur un phénomène d'inhibition chez les Céphalopodes : constriction paralytique des Chromatophores.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« Comme je l'ai fait remarquer dans une Communication antérieure ([1]), la dilatation des chromatophores, qui donne à la peau des Céphalopodes une teinte noire intense, n'est pas l'unique manifestation des émotions chez ces animaux. Bien souvent, au contraire, il se produit, sous l'influence de causes diverses, un resserrement extrême des taches pigmentaires : il en résulte une pâleur considérable de la peau. Ces deux phénomènes inverses sont comparables à ceux qui résultent de la dilatation ou du resserrement des vaisseaux sanguins et l'on peut les désigner par les mots de *chromato-dilatation* et de *chromato-constriction.* Jusqu'ici le premier phénomène a été seul l'objet de recherches et de discussions; le second a échappé à l'attention des investigateurs.

» Par opposition à la pâleur relative qui succède à la noirceur et qui résulte du relâchement des muscles dilatateurs, la chromato-constriction dont il est ici question est, au contraire, un phénomène actif, dû à une intervention spéciale du système nerveux. Pour nous en rendre compte, analysons ce qui se passe dans le chromatophore au repos. La tache pigmentaire est soumise à deux forces antagonistes : l'une, continue et toujours égale, c'est l'élasticité de l'enveloppe qui tend à la resserrer; l'autre variable et oscillante, c'est la tonicité des muscles radiaires qui tend, au contraire, à la dilater. Cette action tonique est sous la dépendance du système nerveux, et, si l'on supprime l'action de ce dernier par la section du nerf, l'équilibre est rompu : le chromatophore, obéissant à la seule force élastique, se rétracte au maximum.

» Or, la chromato-constriction résulte précisément d'une *action paralysante* dont les effets sont analogues à ceux de la section du nerf. C'est un phénomène d'inhibition semblable à celui qui a lieu pour la vaso-dilatation, avec cette différence qu'ici la force antagoniste agit en sens inverse. Où et comment se produit l'inhibition? C'est pour résoudre cette question que j'ai entrepris sur la Seiche de nouvelles expériences à la Station zoolo-

([1]) *Comptes rendus*, 1891.

gique d'Arcachon. Je suis heureux de remercier de nouveau M. le professeur Jolyet du concours bienveillant qu'il m'a prêté.

» Le premier point à élucider était de savoir s'il existe des filets nerveux chromato-constricteurs agissant directement sur le muscle ou sur des ganglions interposés sur leur trajet. La disposition anatomique se prête assez facilement à cette recherche. Les nerfs palléaux innervent seuls toute la peau du manteau; on peut les découvrir aisément et agir sur eux de diverses manières. Si, après avoir sectionné l'un de ces nerfs, on excite le bout périphérique, on détermine, quand les électrodes ont été placées aux lieux d'élection, une chromato-dilatation du côté excité. En variant la nature et l'intensité de l'excitation, en explorant toute la circonférence du nerf, je n'ai pas réussi à produire la *chromato-constriction*. Il en est de même si l'on excite directement le ganglion étoilé. Comme l'ont déjà démontré P. Bert et Chéron, ce ganglion ne fonctionne pas non plus comme centre réflexe, et en excitant un des filets qui s'en échappent, on ne provoque ni chromato-dilatation, ni chromato-constriction. Après ces résultats négatifs, il ne restait plus qu'à rechercher dans les ganglions périœsophagiens la cause du phénomène inhibitoire qui amène la chromato-constriction. C'est à cette recherche que j'ai consacré le plus grand nombre d'expériences. Existe-t-il un centre dont l'excitation directe ou réflexe amène une *chromato-constriction* généralisée et inversement la destruction de ce centre abolit-elle complètement la possibilité de ce phénomène? Tels sont les deux points à la détermination desquels est liée la solution du problème.

» 1° L'excitation du ganglion sus-œsophagien par un courant faible détermine souvent une pâleur extrême, mais il est probable que cela est dû à un phénomène réflexe, plutôt qu'à l'excitation de la surface cérébrale, car on peut enlever celle-ci sans abolir les réflexes chromato-constricteurs. Ces réflexes s'obtiennent assez facilement par excitation des ganglions ou du pédoncule optique, ou du bout central du nerf palléal.

» D'après ces résultats, il est évident qu'il existe dans les ganglions périœsophagiens des *centres chromato-constricteurs* dont la mise en activité peut paralyser les *centres chromato-dilatateurs*. Il reste à déterminer dans quelle partie de ces ganglions se trouvent ces centres.

» 2° On sait que les ganglions sous-œsophagiens sont le siège de centres chromato-dilatateurs dont la destruction entraîne la paralysie complète des chromatophores. Il était donc rationnel de rechercher si les centres inhibiteurs étaient localisés dans les ganglions sus-œsophagiens et c'est

pourquoi j'ai essayé de les atteindre en faisant des lésions plus ou moins profondes des ganglions cérébroïdes. Après de nombreuses tentatives infructueuses, j'ai été amené à reconnaître que les insuccès étaient dus à ce que les lésions étaient incomplètes, ou bien, si elles étaient complètes, elles étaient unilatérales. En modifiant le manuel opératoire, je suis arrivé, presque à coup sûr, à produire les lésions dont la réalisation entraîne la *destruction des centres chromato-constricteurs* et l'impossibilité, pour l'animal ainsi opéré, de réagir aux différentes excitations autrement que par un réflexe chromato-dilatateur.

» Il y a une telle corrélation entre les symptômes et la lésion qu'on pouvait prédire d'avance les résultats de l'autopsie, qui a toujours servi de contrôle dans toutes les expériences.

» *Dans tous les cas où la chromato-constriction avait été supprimée, les ganglions cerébroïdes étaient hors d'état de fonctionner.*

» Il faut donc en conclure que les centres inhibiteurs des chromatophores sont localisés dans les ganglions cérébroïdes, et que c'est par une action directe de ces centres sur les centres chromato-dilatateurs que se produit la paralysie momentanée des muscles chromato-dilatateurs et la pâleur qui en résulte.

» En résumé, pour les chromatophores comme pour les vaisseaux sanguins, l'inhibition de la fibre musculaire ne se fait pas directement, mais bien par l'intermédiaire de centres nerveux et, en rapprochant les deux phénomènes, j'ai voulu apporter une contribution à la physiologie générale des actions nerveuses inhibitoires. »

ZOOLOGIE. — *Sur la continuité craniologique sériale dans le genre* Lepus. Note de M. **Remy Saint-Loup**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les naturalistes classificateurs considèrent le Lièvre, *Lepus timidus* de France, et le Lapin, *Lepus cuniculus* du même pays, comme des espèces distinctes; quant au Lapin domestique, il est généralement classé comme une variété de l'espèce sauvage. Ces distinctions spécifiques sont-elles soutenables, et dans quelles limites? Telles sont les questions que j'ai cherché à résoudre par l'étude anatomique.

» L'examen des caractères extérieurs du Lièvre et du Lapin ne permet qu'une distinction spécifique conventionnelle, appuyée sur les différences de volume de deux types. La considération de ce fait que les nouveau-nés

ne présentent pas, chez le Lièvre et chez le Lapin, le même état d'évolution, vient pour quelques auteurs autoriser davantage la distinction spécifique. Mais la comparaison anatomique portant sur les crânes permettrait d'admettre, ainsi que je l'ai fait ressortir dans une précédente étude, une distinction très nette entre le Lapin domestique et le Lièvre; une différence moins profonde entre le Lapin de garenne et le Lièvre.

» Il paraît donc possible d'accorder aux classificateurs l'espèce *Lepus timidus* et l'espèce *Lepus cuniculus*, à la condition qu'il s'agisse des types d'une région déterminée, de la France par exemple. Mais il reste à savoir si la séparation ainsi admise ne sera pas rendue illusoire par suite de l'existence de formes intermédiaires; je puis déjà répondre que les deux types dont il s'agit sont au point de vue des caractères craniens les termes extrêmes d'une série continue. Voici sur quelles bases repose la démonstration.

» 1° Les crânes provenant de Lièvres tués dans les différentes régions de nos départements et de l'Alsace présentent tous un écartement de la région maxillaire supérieure, dont les dimensions sont telles que les nombres qui expriment la largeur de la fosse palatine antérieure et celle de la fosse palatine postérieure sont sensiblement égaux; de plus, la somme de ces nombres est sensiblement égale *au cinquième* de la longueur cranienne curviligne. J'entends par longueur cranienne curviligne la somme des longueurs de l'occipital, de l'interpariétal, des pariétaux, des frontaux et des os nasaux.

» 2° Les crânes appartenant aux Lapins domestiques (Lapin gris, commun, de clapier) présentent tous un écartement palatin tel que la fosse palatine postérieure a sensiblement moitié de la largeur de la fosse antérieure (rapport $\frac{5}{9}$); en outre, la somme de ces largeurs est *inférieure au septième* et *voisine du huitième* de la longueur cranienne curviligne.

» Les caractères différenciels sur ces points sont donc de deux ordres : dimensions de l'une des fosses par rapport à l'autre, dimensions de ces fosses par rapport au crâne. Or le dernier de ces caractères différentiels disparaît parfaitement si je range dans l'ordre suivant les crânes que j'ai examinés et mesurés.

» A. Somme des largeurs palatines sensiblement *égale au cinquième*, la longueur cranienne curviligne. *Lepus timidus* de France (origines diverses). *Lepus* d'Amérique (coll. Muséum, variété indéterminée).

B. Somme des largeurs palatines *inférieure au cinquième* de la longueur cranienne curviligne. *Lepus* du Labrador (coll. lab. Anat. comparée).

» C. Somme des largeurs palatines *égale ou supérieure au sixième* de la longueur cranienne curviligne. *Lepus* de Cochinchine (coll. A. Milne-Edwards) et *Lepus* du Japon (coll. lab. Anat. comparée).

» D. Somme des largeurs palatines *inférieure au sixième* et *voisine du sixième* de la longueur cranienne curviligne. *Lepus* du Cambodge, *L. cuniculus* d'Algérie (coll. *mihi*), Lapin russe (coll. *mihi*).

» E. Somme des largeurs palatines *égale au septième* de la longueur cranienne curviligne. *Lepus cuniculus* garenne de France.

» F. Somme des largeurs palatines *inférieure au septième* et *voisine du huitième* de la longueur cranienne curviligne. *L. cuniculus domesticus* de France, de Belgique et d'Angleterre.

» Nous passons ainsi insensiblement du type extrême Lièvre au type extrême Lapin. Leur distinction spécifique conventionnelle est déjà ébranlée.

» Examinons maintenant les dimensions relatives de la fosse antérieure et de la fosse postérieure.

» Chez les types ABC, les deux fosses ont sensiblement la même largeur avec une tendance à la supériorité de la largeur antérieure.

» Chez les types D, la fosse antérieure est un peu plus large que la fosse postérieure.

» Chez les types E, nous trouvons très généralement la fosse antérieure sensiblement plus large que la fosse postérieure, et nous sommes ainsi conduit graduellement au type F où cette inégalité, encore exagérée, est de règle absolue.

» Ainsi les deux méthodes comparatives, tirées de l'examen de la face inférieure du crâne, conduisent au même résultat; elles ont cependant leur point de départ dans deux états morphologiques qui ne s'entraînent pas nécessairement à la suite l'un de l'autre.

» On pourra objecter qu'une mise en série des animaux du genre *Lepus* d'après l'aspect des voûtes palatines semble arbitraire et sans portée. Je répondrai que je n'ai adopté cette manière qu'après m'être convaincu que les caractères différenciels les plus importants qui puissent être tirés de l'étude comparée du Lièvre et du Lapin se réduisent dans celui-là.

» Quant à l'objection qui pourrait être faite en raison de la différence d'aspect du Lapin nouveau-né et du Lièvre nouveau-né, elle ne peut être combattue en quelques lignes et j'énonce simplement ici qu'elle ne paraît pas irréductible.

» Il reste acquis, dans la limite des faits exposés ici, qu'entre des types animaux du même genre, paraissant constituer des espèces, il existe une

série de types intermédiaires qui rendent au mot *espèce* sa signification illusoire ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur le genre* Polydora *Bosc* (Leucodore *Johnston*). Note de M. F. Mesnil, présentée par M. Edm. Perrier.

« Au cours de l'étude que je poursuis sur les différents types de la famille des Spionidiens, j'ai eu l'occasion d'examiner plusieurs espèces du genre *Polydora* : *P. ciliata* Johnst. (*Leucodore Audax* Qfg.), *P. cœca* OErst. (*P. flava* Clp.), *P. polybranchia* Hasw., *P. armata* Lnghs, et une espèce nouvelle que je nommerai *P. Giardi* ([2]).

» Cette espèce nouvelle peut se caractériser brièvement de la façon suivante : c'est une *P. cœca* réduite à l'échelle de $\frac{2}{3}$ environ avec les différences suivantes : 1° le cinquième sétigère a des soies anormales de *P. ciliata* ; 2° les faisceaux dorsaux de soies fines manquent. Je crois qu'il faut rapporter à cette espèce les *P. ciliata* var. *minuta* de Langerhans (peut-être *pro parte*) et les jeunes exemplaires de *P. Agassizii* de Marion et Bobretzky.

» A. — Je ne veux noter ici que les faits suivants, qui me paraissent présenter un intérêt particulier tant au point de vue de la morphologie générale des Spionidiens (et, par conséquent, de la place du genre *Polydora* dans cette famille) que des relations des différentes espèces entre elles.

» I. Le prostomium est plus ou moins échancré antérieurement; *P. antennata* Clp. présente des cornes frontales aussi développées que les pseudotentacules des *Colobranchus* de Schmarda. Je ne pense pas qu'il soit possible d'homologuer ces deux sortes de formations.

» II. Les branchies ne portent de cils que du côté dorsal. Le côté externe est bordé par une mince membrane, prolongement de la lamelle située derrière le mamelon sétigère dorsal (*P. armata*, *P. polybranchia*). Cette disposition explique l'absence de cils de ce côté non seulement chez

([1]) Ce travail a été fait à l'École pratique des Hautes Études (Laboratoire de M. le Professeur Pouchet). Je dois de sincères remerciements à M. Milne-Edwards, Directeur du Muséum, qui m'a communiqué des matériaux d'études, et à M. le Capitaine de vaisseau Fustier, qui a eu l'obligeance de m'envoyer plusieurs crânes de Lièvres exotiques.

([2]) Les matériaux de cette étude proviennent de Wimereux (Pas-de-Calais) et de l'anse Saint-Martin, près du cap de la Hague.

les deux espèces citées, mais encore chez les autres espèces du genre qui ont probablement perdu ce prolongement membraneux.

» III. Chez tous les Spionidiens, un faisceau de soies dorsales typique se compose : 1° de quelques soies plus dorsales que les autres (je les nomme *dorsales supérieures*); 2° de deux rangées transversales de soies, l'une antérieure, l'autre postérieure. Une rame ventrale comprend une rangée antérieure de soies et une postérieure, et, en plus, un petit nombre de soies *ventrales inférieures*.

» Cela étant, je considère les soies anormales du cinquième sétigère (c'est la présence de ce sétigère modifié qui caractérise le genre *Polydora*) comme formant la rangée postérieure dorsale, « les soies en lancette » la rangée antérieure, et le petit faisceau dorsal des auteurs les dorsales supérieures. Chez *P. armata*, la rangée antérieure manque; chez *P. polybranchia*, elle présente de grosses soies ayant la forme et le rôle (?) d'un pinceau; les dorsales supérieures manquent.

» Les soies dorsales particulières aux derniers sétigères (*P. cæca* et *P. armata*) ne sont probablement pas homologues des soies d'une rame dorsale normale : ce sont des productions nouvelles, et ces deux sortes de productions sont incontestablement homologues entre elles. Je ne me prononce pas sur les soies de *P. hoplura* Clp. et *P. hamata* Lnghs.

» Les soies encapuchonnées ventrales des Spionidiens constituent toujours la rangée postérieure ventrale; chez les Polydores, la rangée antérieure manque et généralement aussi les ventrales inférieures.

» IV. Les appendices anaux sont au nombre de quatre normalement chez *P. quadrilobata* Jacobi, accidentellement chez *P. cæca, Giardi, armata*. Je crois que c'est là la disposition primitive et que la ventouse est apparue secondairement.

» B. — I. Considérons toutes les espèces de Polydores (moins *P. polybranchia*), en d'autres termes, les espèces du sous-genre *Polydora* de Carazzi ([1]). Parmi les espèces bien connues, il me semble que *P. cæca* présente le plus de caractères primitifs, entre autres la forme des soies anormales du cinquième sétigère. *Polydora Giardi* en est voisine, car, par exemple, elle possède des soies anormales de *P. cæca* avant l'apparition des soies définitives, et elles sont même fonctionnelles chez les jeunes.

» *P. ciliata* est une espèce beaucoup plus différenciée; elle s'éloigne

([1]) Carazzi, *Revisione del genre Polydora Bosc*, etc. (*Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel*. 11. Band, 1. 2. Heft. Octobre 1893).

beaucoup de *P. cæca;* les soies de la forme *cæca* ne se rencontrent plus que chez les jeunes larves.

» *P. hoplura* est une variété de *P. ciliata* dont elle ne diffère essentiellement que par la présence de soies dorsales anormales aux derniers sétigères. Il n'en est probablement pas de même de *P. hamata* Lnghs que je crois, à l'inverse de Carazzi, différente spécifiquement de *P. hoplura* Clp. Elle est beaucoup plus voisine de *P. cæca;* elle a dû simplement s'adapter dans une direction parallèle à celle de *P. hoplura*.

» *P. armata* est peut-être une forme très évoluée dans le même sens que *P. cæca* et *P. Giardi;* pourtant elle présente des caractères archaïques, entre autres la présence d'une membrane s'étendant le long de la branchie.

» II. *Pygospio elegans* Clp. a un certain nombre de caractères communs avec ces espèces : prostomium comme *Polydora ciliata;* quatre appendices anaux tout à fait semblables à ceux de certains exemplaires de *P. cæca;* branchies commençant très loin, et portant du côté externe une lamelle membraneuse comme *P. armata;* même forme de parapodes aux premiers sétigères; soies encapuchonnées ventrales commençant au huitième sétigère, ayant une forme rappelant celles de *P. ciliata;* enfin, présence de glandes qu'on peut homologuer à ces « poches glanduleuses » que Jacobi [1] déclare caractéristiques du genre *Polydora*.

» III. La forme du prostomium et des branchies, le changement de soies au huitième sétigère, la présence de poches glanduleuses chez le *Spio Mecznikowianus* Clp., indiquent, je crois, une parenté étroite entre cette espèce et les Polydores. Or, par ses branchies commençant au deuxième sétigère, *Spio Mecznikowianus* se relie intimement aux formes à vie presque errante de Spionidiens.

» IV. Quant à *Polydora polybranchia*, malgré ses branchies commençant au deuxième sétigère comme *Spio Mecznikowianus*, j'incline à penser qu'elle n'a divergé du tronc commun à tout cet ensemble de Spionidiens qu'après *Pygospio elegans;* en d'autres termes, que le genre *Polydora* est monophylétique. Néanmoins, je souscris à l'idée de Carazzi de créer un nouveau genre pour ce Polydore et j'adopte le nom *Boccardia* qu'il propose. »

---

[1] Jacobi, *Anatomisch-histologische Untersuchung der Polydoren der Kieler-Bucht*. Weissenfels, 1883.

PALÉONTOLOGIE. — *Le* Callibrachion, *nouveau reptile du Permien d'Autun.* Note de MM. **Marcellin Boule** et **Philippe Glangeau**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Il y a une vingtaine d'années à peine, nous ne connaissions qu'un très petit nombre de quadrupèdes des terrains primaires. Les travaux de MM. Albert Gaudry en France, Fritsch en Bohême, Credner en Allemagne, Dawson et Cope en Amérique, etc. nous ont fait assister à la résurrection d'un grand nombre d'êtres d'une physionomie toute spéciale et qu'il n'est pas toujours facile de répartir entre les Amphibiens et les Reptiles proprement dits.

» Malgré un certain nombre de caractères communs, qui sont, en grande partie, des caractères primitifs, cette faune des temps primaires est loin d'être uniforme. Quoi de plus varié, par exemple, que tout ce petit monde d'Amphibiens restaurés par M. le Dr Fritsch? Dans le Permien de France, les types décrits par M. Albert Gaudry, le *Protriton*, l'*Actinodon*, le *Stereorachis*, l'*Euchirosaurus* sont encore plus différents les uns des autres.

» Pourtant jusqu'à ces derniers temps et contrairement à ce qu'on aurait pu croire *a priori*, il a été à peu près impossible d'établir des liens directs de parenté entre ces Reptiles anciens et les Reptiles actuels. Le fossile qui fait l'objet de cette Note nous paraît de nature à diminuer cette lacune.

« Parmi les nombreux échantillons du Permien d'Autun que le Muséum d'Histoire naturelle de Paris doit à la générosité de M. l'ingénieur Bayle et sur lesquels M. Albert Gaudry a fait ses beaux travaux, se trouve une grande plaque de schiste avec le squelette d'un Reptile ne ressemblant pas aux fossiles décrits jusqu'à ce jour.

» Le squelette est couché sur le dos. On distingue nettement une portion de la tête, la colonne vertébrale, la ceinture thoracique, les côtes. Les membres, et surtout les pattes, sont admirablement conservés. A cause de leur beau développement, nous avons donné à ce Reptile le nom générique de *Callibrachion* et nous l'avons appelé *Callibrachion Gaudryi*, en l'honneur de l'éminent professeur à qui la Science est redevable des notions qu'elle possède sur les premiers Reptiles de notre pays.

» Le *Callibrachion* était un animal fort élevé en organisation, très différent des types archaïques qu'on désigne sous le nom de *Labyrinthodontes* et dont on trouve également les restes fossiles dans le Permien d'Autun.

Ses os ne sont pas sculptés, les centrum de ses vertèbres ne sont pas composés de plusieurs parties, il n'avait pas d'armure dermique comme l'Actinodon.

» La forme générale du squelette du *Callibrachion* fait penser tout d'abord à une parenté possible avec les Lézards actuels et un examen plus approfondi des caractères anatomiques confirme en partie ce premier rapprochement.

» On peut signaler, parmi ces caractères, la procélie de la plupart des vertèbres, l'absence de côtes ventrales, la présence d'une apophyse coronoïde à la mâchoire inférieure, peut-être la présence d'un os carré mobile, etc.

» Les pattes du *Callibrachion* ressemblent beaucoup à celles des Sauriens. Elles sont fortes, à cinq doigts munis de griffes, et dénotent des mœurs carnivores. Elles sont parfaitement ossifiées, sans trace de cartilages épiphysaires. Le carpe est aussi compliqué que chez les Lézards actuels, le nombre des phalanges est le même.

» Mais, comme on pouvait s'y attendre, étant donnée sa très haute antiquité géologique, notre fossile a conservé quelques caractères embryonnaires. Ainsi que dans le curieux *Hatteria* actuel, une partie de la notochorde persiste dans toute l'étendue des corps vertébraux et de plus ceux-ci paraissent avoir été indépendants des arcs neuraux. Le *Callibrachion* possède encore, dans la constitution de sa ceinture thoracique, la forme dilatée de son humérus, etc., un certain nombre de traits anatomiques qui caractérisent la plupart des Reptiles primitifs. Aussi les formes avec lesquelles le *Callibrachion Gaudryi* est le plus étroitement allié et dans le voisinage desquelles nous croyons devoir le placer sont celles que les paléontologistes réunissent aujourd'hui sous le nom de *Proganosauriens* et qu'ils considèrent comme des formes ancestrales de certains Reptiles actuels, principalement des Lacertiens.

» Le *Callibrachion* nous apprend donc qu'il y avait, dès le Permien, à côté d'animaux réalisant des types particuliers et propres aux époques géologiques anciennes, d'autres êtres auxquels il suffirait de faire subir quelques modifications pour les faire rentrer dans des groupes de Reptiles actuels.

» D'ailleurs cet exemple n'est pas isolé. Bien des faits observés dans ces dernières années par les paléontologistes s'occupant des fossiles les plus variés nous apprennent que les groupes actuels sont plus anciens qu'on ne l'avait pensé et les découvertes de tous les jours reculent, dans

des passés géologiques de plus en plus lointains, les premières apparitions de ces groupes. »

GÉOLOGIE. — *Les phénomènes glaciaires et erratiques dans le vallon du Cachapoal (Cordillère des Andes du Chili).* Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Fouqué.

« Si l'on examine une carte du Chili, on voit que le rio Cachapoal, dont la direction générale est est-ouest, décrit à partir des Bains de Cauquenes, une grande courbe, s'infléchissant au nord pour recevoir quelques affluents, puis il redescend vers le sud pour prendre sa direction générale. L'orographie de la région rend compte de ces inflexions. A partir de là, le vallon va se resserrant de plus en plus et s'encaissant entre les deux bords d'une immense fracture qui a ouvert la vallée. Sur les rives du Cachapoal se trouvent de puissants dépôts clastiques, cailloux roulés, arrondis de granites, diorites, syénites, andésites, trachytes, etc., qui ont en certains points plus de 100^m d'épaisseur. A un niveau supérieur à ces dépôts, formés par les eaux des torrents, se voient d'autres dépôts essentiellement glaciaires. Le phénomène de transport par les eaux torrentielles et le phénomène glaciaire ont contribué à remplir la vallée supérieure du Cachapoal et de ses affluents, parmi lesquels nous signalons el rio de los Cipreses (rio des Cyprès). Le Cachapoal et le Cyprès sont fortement encaissés; en certains endroits, les deux bords ne sont séparés que par quelques mètres; l'existence des barrages détruits par l'action érosive de l'eau du torrent ne peut être mise en doute : partout se voient les restes de ces barrages. A une époque géologiquement récente, sur plusieurs points, les deux bords de la fracture, unis, formaient ainsi les barrages de petits lacs profonds remplis par les cailloux et les terres entraînés. Les petits lacs étagés depuis l'entrée de la vallée jusqu'au centre de la Cordillère ont disparu par la rupture de leurs barrages; mais les dépôts de cailloux roulés, sur des épaisseurs de plus de 100^m, indiquent leur existence et leurs limites. Dans le vallon des Cyprès (cajon de los Cipreses), on trouve des couches stratifiées déposées dans ces lacs à plus de 200^m du niveau actuel du torrent.

» Les accumulations de dépôts détritiques, transformés quelquefois en conglomérats, comme aux bains de Cauquenes, par la pénétration des eaux minérales, forment de hautes falaises sur les rives du Cachapoal.

Aux bains mêmes de Cauquenes, dans le lit actuel du Cachapoal, est resté, sur la roche érodée de l'ancien barrage, un témoin, un gros caillou roulé de granite, qui est resté suspendu à la place où il a été jadis déposé par les eaux. L'action glaciaire a aussi concouru à la formation des dépôts erratiques de la vallée du Cachapoal et du Cyprès. A partir de Cauquenes se montrent des traces évidentes de blocs apportés par les glaciers, les moraines deviennent de plus en plus intactes à mesure que l'on s'élève sur les rives du Cyprès, le phénomène glaciaire ancien est évident, car il a laissé partout des traces, les blocs erratiques y sont communs, la fracture qui a produit l'étroit vallon de los Cipreses a donné au torrent une direction nord-sud. A une époque récente, les glaciers descendaient beaucoup plus bas qu'aujourd'hui.

» Le glacier des Cyprès (*ventisquezo de los Cipreses*), duquel naît le torrent du même nom, dans sa partie la plus belle se trouve enserré entre deux montagnes comme dans une gorge; mais il se dilate, s'ouvre ou s'élargit vers l'est et se croise avec le glacier de *los Altos de los Mineros;* son mouvement se fait de l'est à l'ouest; les moraines, les gros blocs disposés sur des petits cailloux, etc., sont des indices certains de la présence du glacier, à une époque antérieure, dans la vallée des Cyprès, et là où il n'arrive plus depuis longtemps. D'ailleurs la retraite du glacier des Cyprès est indiquée d'une manière irrécusable sur les flancs mêmes de los Altos de los Mineros; là on voit une trace bien nette d'érosion, de polissage exercée par le glacier sur une longueur de 400^{m} à 500^{m}. Cette trace, ce burinage indiquent la retraite du glacier des Cyprès; il y a une quarantaine d'années, il s'avançait dans le vallon de 400^{m} à 500^{m} plus qu'aujourd'hui; sa retraite est indiquée par cette trace de polissage laissée au pied de los Altos de los Mineros.

» Sans attacher grande importance aux chiffres qui résultent d'observations faites par des bergers, ce qui est incontestable, c'est que le glacier, à une date peu éloignée, a reculé d'une quantité très sensible qui est inscrite en caractères ineffaçables sur la montagne même. Les conclusions de ces observations sont que dans la Cordillère des Andes du Chili : 1° les phénomènes de transport par les eaux et par les glaciers ont contribué à la formation du système erratique des vallées; 2° qu'il y a eu des lacs ou étangs profonds étagés; 3° que les glaciers ont descendu jadis beaucoup plus bas qu'aujourd'hui; 4° que les glaciers actuels de la vallée du Cachapoal éprouvent un mouvement de retrait ou de recul. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Secousse de tremblement de terre à Grenoble.* Note de M. **Kilian**, présentée par M. Fouqué.

« M. Kilian fait connaître que le 5 novembre courant, à $4^h 13^m 40^s$ du matin (heure de Paris), une secousse de tremblement de terre dirigée N.-S. a été enregistrée par le séismomètre qui fonctionne dans le laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble. »

M. **Léopold Hugo** adresse deux Notes intitulées « Sur l'ancien centre scientifique d'Héliopolis d'Égypte » et « Sur le cycle indou appelé *Kalpa* ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.